



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**APUNTES DE INGENIERÍA
DEL TRANSPORTE II:
TRANSPORTE URBANO**

MATERIAL DIDÁCTICO

Que para obtener el título de

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A

MAURICIO DAVID ALBITER CERVANTES

ASESOR DE MATERIAL DIDÁCTICO

DR. DAVID LÓPEZ FLORES



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2024



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Jurado designado:

Presidente: Ing. Guillermo Luis Lauro Esquivel Castañeda.

Vocal: Dr. David López Flores.

Secretario: M.I. Sergio Macuil Robles.

1er. Suplente: M.I. Francisco Javier Granados Villafuerte.

2do. Suplente: Dr. Luis Antonio García Villanueva.

Agradecimientos:

A mis padres Elizabeth y Mario, con todo mi amor les agradezco todo lo que me han dado a lo largo de mi vida. Los consejos, la motivación, la sabiduría y las enseñanzas que me brindaron fueron pieza fundamental para llegar hasta aquí. Este logro no solo es mío, es de los cuatro. Me siento bendecido por la vida al ponerlos a mi lado en este viaje. No hay palabras suficientes para expresarles mi gratitud y amor.

A mis abuelitas y abuelitos, así como a mis tías y tíos, los cuales me alentaron e impulsaron a salir adelante, fueron un gran ejemplo a seguir.

A mi tutor, David López, siendo un símbolo de inspiración, conocimiento información, sabiduría y aprendizaje. Gracias por su disposición e interés a lo largo de este trabajo.

A mi gran amigo Adrián Arias, quien estuvo presente en momentos maravillosos y otros adversos. Tener personas como tú en la vida hace más ameno el camino.

A Jorge Bárcenas y todas mis amigas y amigos cercanos, le agradezco a la vida por cruzar mi camino con el de ustedes. Siempre estaré para apoyarlos de la manera en que ustedes lo hicieron conmigo.

A la UNAM y cada uno de los profesores que he tenido a lo largo de la licenciatura y de mi vida. Gracias por sus enseñanzas, gracias por su apoyo, gracias por su comprensión y gracias por guiarme en lo profesional y en lo personal.

A la persona más importante en mi vida, Mario Adrián Albíter Cervantes. Descansa en paz, hermano.

Índice

INTRODUCCIÓN	1
I. PRELIMINARES	3
I.1 TRANSPORTE URBANO, ¿QUÉ ES?.....	3
I.2 BREVE HISTORIA Y EVOLUCIÓN DEL TRANSPORTE URBANO EN EL MUNDO	8
I.3 BREVE HISTORIA Y EVOLUCIÓN DEL TRANSPORTE URBANO EN MÉXICO	14
I.4 FUNCIÓN DEL TRANSPORTE URBANO	18
I.5 CLASIFICACIÓN.....	19
I.6 CARACTERÍSTICAS.....	21
I.7 COMPONENTES Y ATRIBUTOS.....	25
I.8 IMPACTOS DEL TRANSPORTE.....	29
I.9 EMPRESAS PÚBLICAS Y PRIVADAS DE TRANSPORTE.....	31
I.10 LEYES E INSTITUTOS REGULADORES EN MÉXICO.....	32
I.11 ESTUDIOS DE TRANSPORTE E INFORMACIÓN AL PÚBLICO.....	34
I.12 BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA DEL CAPÍTULO.....	36
II. LOS MEDIOS DE TRANSPORTE DE PASAJEROS	38
II.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS DIVERSOS MEDIOS DE TRANSPORTE DE PASAJEROS.....	38
II.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE CADA MEDIO DE TRANSPORTE DE PASAJEROS	54
II.3 COMPARATIVA ENTRE LOS DIVERSOS MODOS DE TRANSPORTE DE PASAJEROS	57
II.4 BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA DEL CAPÍTULO	64
III. LOS MEDIOS DE TRANSPORTE DE CARGA	65
III.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS DIVERSOS MEDIOS DE TRANSPORTE DE CARGA.....	65
III.2. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE CADA MEDIO DE TRANSPORTE DE CARGA.....	73
III.3. COMPARATIVA ENTRE LOS DIVERSOS MEDIOS DE MEDIOS DE TRANSPORTE DE CARGA	74
III.4. BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA DEL CAPÍTULO	77
IV. ADMINISTRACIÓN Y OPERACIÓN	78
IV.1. PLANEACIÓN.....	78
IV.2. ADMINISTRACIÓN.....	80
IV.3. OPERACIÓN.....	81
IV.4. REQUERIMIENTOS	84
IV.5. TECNOLOGÍAS E INNOVACIONES EN EL TRANSPORTE URBANO.....	86
IV.6. NIVELES DE SERVICIO	91
IV.7. RETOS.....	93
IV.8. BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA DEL CAPÍTULO	95
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	96
RESUMEN	98
GLOSARIO DE TÉRMINOS	99
EJERCICIOS Y ACTIVIDADES	101
SOLUCIONES DE LOS EJERCICIOS	103
BIBLIOGRAFÍA	104

Índice de figuras

FIGURA 1.	TRANSPORTE MEDIANTE VEHÍCULOS DE CARGA Y VEHÍCULOS DE PASAJEROS.	4
FIGURA 2.	MEDIOS Y MODOS DE TRANSPORTE.	6
FIGURA 3.	INTERMODALIDAD EN EL CETRAM CONSTITUCIÓN DE 1917.	8
FIGURA 4.	LÍNEA DEL TIEMPO DEL TRANSPORTE EN EL MUNDO ENTRE LOS AÑOS DE 1750 Y 1922.	10
FIGURA 5.	LÍNEA DEL TIEMPO DEL TRANSPORTE EN EL MUNDO DESDE 1923 HASTA LA ACTUALIDAD.	11
FIGURA 6.	LÍNEA DEL TIEMPO DEL TRANSPORTE URBANO CON ALGUNOS AVANCES EN DIVERSAS CIUDADES DEL MUNDO.	12
FIGURA 7.	PUENTE PARA EL TRÁNSITO DE VEHÍCULOS TERRESTRES.	13
FIGURA 8.	LÍNEA DEL TIEMPO CON EVENTOS DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO.	17
FIGURA 9.	TRANSPORTE INDIVIDUAL.	20
FIGURA 10.	TRANSPORTE EN GRUPOS.	20
FIGURA 11.	TRANSPORTE MASIVO.	20
FIGURA 12.	DERECHO DE VÍA TIPO C.	24
FIGURA 13.	DERECHO DE VÍA TIPO B.	24
FIGURA 14.	DERECHO DE VÍA TIPO A.	24
FIGURA 15.	<i>MAPA DE LA RED DE MOVILIDAD INTEGRADA DE LA CDMX [MAPA]. (SECRETARÍA DE MOVILIDAD, S.F.)</i>	27
FIGURA 16.	COMPONENTES DE LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE URBANO. ELABORADA CON INFORMACIÓN OBTENIDA DE PONNUSWAMY & JOHNSON (2012).....	29
FIGURA 17.	BICICLETA.	40
FIGURA 18.	AUTOMÓVILES PRIVADOS.	42
FIGURA 19.	BICITAXI CON CALANDRIA.	44
FIGURA 20.	MOTOTAXI CON CALANDRIA.	45
FIGURA 21.	MICROBÚS.	46
FIGURA 22.	AUTOBÚS.	46
FIGURA 23.	TROLEBÚS.	48
FIGURA 24.	TREN LIGERO.	49
FIGURA 25.	METRO.	50
FIGURA 26.	TELEFÉRICO (CABLEBÚS).	51
FIGURA 27.	TREN SUBURBANO.	53
FIGURA 28.	DIABLO DE CARGA.	66
FIGURA 29.	BICICLETA DE CARGA.	67
FIGURA 30.	MOTOCICLETA DE CARGA.	68
FIGURA 31.	CAMIONETA DE REDILAS.	69

FIGURA 32. FURGONETA CON VENTANAS REEMPLAZADAS POR CHAPA EN LA ZONA DE CARGA.	70
FIGURA 33. INTERIOR DE UNA FURGONETA CON VENTANAS REEMPLAZADAS POR CHAPA.	70
FIGURA 34. CAMIÓN DE PLATAFORMA PLANA.	71
FIGURA 35. CAMIÓN DE MUDANZA.	72
FIGURA 36. CAMIÓN CISTERNA.	72
FIGURA 37. PARADA USADA POR DIVERSOS MODOS DE TRANSPORTE.	82
FIGURA 38. ESTACIÓN DE PASO DEL TREN LIGERO.	83
FIGURA 39. CETRAM TAXQUEÑA.	84
FIGURA 40. PRINCIPALES REQUERIMIENTOS DE LOS TRES GRUPOS DENTRO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE	85
FIGURA 41. BRT BI-ARTICULADO.	87
FIGURA 42. COBRO ELECTRÓNICO DE CUOTAS.	88
FIGURA 43. POSTE SOS UBICADO EN CIUDAD UNIVERSITARIA.	89
FIGURA 44. PANTALLAS DE MONITOREO DE LAS UNIDADES DE METROBÚS.	89
FIGURA 45. TARJETA DE PREPAGO MOVILIDAD INTEGRADA.	90
FIGURA 46. NIVEL DE SERVICIO F.	92
FIGURA 47. NIVEL DE SERVICIO B.	92

Índice de tablas

TABLA 1.	TRANSPORTE UNIMODAL, MULTIMODAL E INTERMODAL.	7
TABLA 2.	CRONOLOGÍA CON ALGUNOS AVANCES DEL TRANSPORTE EN EL MUNDO.	8
TABLA 3.	EJEMPLOS DE COMPONENTES FÍSICOS Y NO FÍSICOS EN EL TRANSPORTE.	28
TABLA 4.	PRINCIPALES IMPACTOS ECONÓMICOS Y SOCIALES DEL TRANSPORTE (ISLAS & LELIS, 2007).	30
TABLA 5.	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS EMPRESAS PÚBLICAS, PRIVADAS, MIXTA Y HOMBRE-CAMIÓN.	32
TABLA 6.	GRUPOS DE USUARIOS Y SUS NECESIDADES DE INFORMACIÓN.	36
TABLA 7.	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS MODOS DE TRANSPORTE DE PASAJEROS.	57
TABLA 8.	COMPARATIVA DE LOS MODOS DE TRANSPORTE INDIVIDUALES.	59
TABLA 9.	COMPARATIVA DE LOS MODOS DE TRANSPORTES EN GRUPO.	62
TABLA 10.	COMPARATIVA DE LOS MODOS DE TRANSPORTES MASIVOS.	63
TABLA 11.	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS MODOS DE TRANSPORTE DE CARGA.	74
TABLA 12.	COMPARATIVA ENTRE LOS MODOS DE TRANSPORTE DE CARGA SÚPER LIGERA.	75
TABLA 13.	COMPARATIVA ENTRE LOS MODOS DE TRANSPORTE DE CARGA LIGERA.	76
TABLA 14.	COMPARATIVA ENTRE LOS MODOS DE TRANSPORTE DE CARGA PESADA.	77
TABLA 15.	COMPONENTES DE LA PLANEACIÓN EN EL TRANSPORTE URBANO.	79

INTRODUCCIÓN

El transporte tiene diversos desafíos como lo son el diseño, la operación, construcción y conexión de los diversos medios. Conocer los aspectos básicos de cada medio de transporte urbano permite analizar estos desafíos y con esto, aplicar las herramientas y/o técnicas necesarias para obtener soluciones que optimicen y mejoren los sistemas de transporte.

El objetivo principal de este trabajo es apoyar al curso de Ingeniería del Transporte II en el tema de “Transporte Urbano”, impartido en la Facultad de Ingeniería en la carrera de Ingeniería Civil de los planes de estudios 2016 y 2023 de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Este trabajo está dirigido a alumnos, profesores y personas interesadas en el transporte urbano. Con estos apuntes, el alumno podrá reforzar y complementar los conocimientos adquiridos en clase. Los profesores, podrán contar con un texto que servirá de ayuda para complementar la información brindada en clases. Por último, al público en general, le servirán para conocer más a fondo el transporte urbano.

El transporte urbano es necesario para que la sociedad pueda realizar diversas actividades del día a día, por lo cual, conocer los diversos medios, así como la administración y operación de cada uno es fundamental. La información sobre el transporte urbano se encuentra dispersa en diferentes fuentes de bibliográficas. A continuación se presentan algunas de las principales.

En Vuchic (2007) se trata específicamente el tema de los sistemas y tecnologías del transporte urbano. Johnson & Ponnuswamy (2012) plantean la planeación, operación y administración del transporte público. Molinero & Sánchez (2005) discuten a lo largo de todo el libro la planeación, diseño, operación y administración del transporte público. En el Capítulo 10 de Jotin & Kent (2003), se trata el tema de transporte público de pasajeros y en el Capítulo 11 se desarrollan los procesos de planeación dentro del transporte urbano. En el Capítulo 5 de Rodríguez (2020), se desarrollan los modos de transporte, mientras que en el Capítulo 8 se habla del transporte urbano y en el Capítulo 9 se toca el tema de la planeación en el transporte y las políticas aplicadas al transporte. Navarro & Rodríguez (1999) describen la historia del transporte urbano de pasajeros en la Ciudad de México durante el siglo XX. Por último, en el Capítulo 1 de IMT (2007) se habla sobre la historia del transporte y en el Capítulo 4 sobre la clasificación, atributos y componentes de los sistemas de transporte.

Por otra parte, también hay información disponible sobre transporte urbano en páginas de internet, y revistas científicas. Por ejemplo, en sitios de internet, se encuentra una publicación de la Universidad de Cuyo donde se da una cátedra sobre el transporte, tratando temas como la clasificación, componentes, características (entre otros) del transporte (Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cuyo, s.f.). En el caso de revistas, un ejemplo es la revista RIDE (Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo) la cual en un artículo titulado “La administración del transporte urbano: alternativa de uso sustentada en la educación sostenible” da una perspectiva complementaria para la administración del transporte urbano (Vázquez et al, 2011).

Ya que la información sobre transporte urbano se puede encontrar en diferentes fuentes en estos apuntes se presenta un compendio sobre el transporte urbano, que está integrado por diversos libros, publicaciones, investigaciones, estudios, y demás textos de carácter profesional. Además, se presentan ejercicios y ejemplos de cada capítulo para complementar el aprendizaje.

Estos apuntes se componen de cuatro capítulos siguiendo la secuencia del programa de estudios del año 2016 y 2023. En el Capítulo I se darán aspectos generales del transporte urbano, así como información recopilada acerca de su función y clasificación. En el Capítulo II se da información acerca de los diversos medios de transporte de pasajeros, analizando las ventajas y desventajas de cada uno de ellos. En el Capítulo III se brinda información acerca de los diversos medios de transporte de carga, analizando las ventajas y desventajas de cada uno de ellos. En el Capítulo IV se estudia la administración y operación del transporte urbano en general. En este capítulo se analizan los requerimientos presentes, las tecnologías aplicadas, las formas de medir la calidad de los servicios brindados y los retos que se presentan en el transporte urbano.

Al final de los apuntes, se incluye un glosario de términos, ejercicios y soluciones de cada tema. También, se presentan actividades y posibles visitas de campo a realizar, además de un resumen general y una relación bibliográfica por capítulo de las obras consultadas. Se recomienda al lector consultar la bibliografía recomendada en cada capítulo para un mejor aprendizaje y tener una mayor profundidad de los temas.

I. PRELIMINARES

I.1 TRANSPORTE URBANO, ¿QUÉ ES?

Desde la existencia de las primeras civilizaciones, en el mundo hubo la necesidad de transportar bienes, mercancías y pasajeros, para poder realizar las diferentes actividades del ser humano. Por lo que una primera definición de transporte podría ser un conjunto de actividades a realizar para satisfacer una necesidad de traslado. A continuación, se intentará llegar a una definición de transporte urbano, a partir de la definición de sus partes, es decir, se definirán los términos “transporte” y “urbano.”

Dependiendo del área de estudio, el concepto “urbano” puede tener diferentes definiciones. De acuerdo con la Real Academia Española, urbano significa “Pertenciente o relativo a la ciudad y, por extensión, a otros núcleos de población” (ASALE, s.f.-e). Por otra parte, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) define que una población urbana es aquella donde viven más de dos mil quinientas personas (INEGI, s.f.-b). Mientras que en el documento de Cervera & Rangel (2015) mencionan que en otros países también definen una localidad urbana en función del número de habitantes. Por ejemplo, en Japón una localidad urbana debe tener treinta mil o más habitantes, en Bélgica debe tener cinco mil o más habitantes y en la República Sudafricana quinientos o más habitantes. Con esto, se observa que la definición de urbano es similar en diversos ámbitos y países, siendo que en general depende del tamaño de la población.

Así como “urbano” tienes diferentes definiciones dependiendo del contexto, el concepto “transporte” también es definido de diferentes formas. A continuación, se presentan las diferentes definiciones:

- La definición etimológica de transporte proviene del latín *trans* (al otro lado) y *portare* (llevar).
- De acuerdo con la CESOP (Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública), en un documento de la Cámara de Diputados de México, mencionan:

“Es posible aseverar que el término transporte ‘se emplea indistintamente para designar el proceso, los medios y los sistemas, mediante los cuales unos objetos dotados de significado social, son trasladados a través del espacio. El transporte implica el traslado de esos objetos hasta una nueva localización con ayuda de algún mecanismo consumidor de energía y a través de un medio ambiente, teniendo varias consecuencias sociales que pueden ser intencionadas o no.” (CESOP, 2006)

- La Real Academia Española define transporte como “Sistema de medios para conducir personas y cosas de un lugar a otro.” (ASALE, s.f.-b)
- De acuerdo con INEGI: “Los medios de transporte permiten el traslado de personas y mercancías de un lugar a otro, ya sea dentro de México o hacia otros países. Juegan un papel muy importante en el comercio y, por lo tanto, en la economía de nuestro país y de todas las naciones, pues a través de ellos las materias primas y productos elaborados son llevados de los centros de producción a los de consumo.” (INEGI, s.f.-a)



Figura 1. Transporte mediante vehículos de carga y vehículos de pasajeros. Fuente: elaboración propia.

En la Figura 1 se observa una carretera donde está presente el transporte de carga y pasajeros, con sus respectivos modos.

En la publicación del Instituto Mexicano del Transporte (IMT) titulada “Análisis de los sistemas de transporte vol1: conceptos básicos” (Islas & Lelis, 2007), presentan definiciones sobre el concepto de transporte propuestas por diversos autores, donde las más recientes se presentan a continuación.

- ‘El transporte es un sistema integrado por tres elementos fundamentales interaccionados entre sí: la infraestructura, el vehículo y la empresa o servicio (Izquierdo, 2001).’
- ‘Es el movimiento de personas, materiales o productos desde el punto donde se producen, cultivan o elaboran, a otro donde se consumen, transforman, manufacturan, distribuyen o almacenan (Portales, 2001).’
- ‘El transporte es un sistema organizacional y tecnológico que apunta a trasladar personas y mercancías de un lugar a otro para balancear el desfase espacial y temporal entre los centros de oferta y demanda. Lo anterior plantea el problema de realizar este traslado en forma eficiente y sustentable (Garrido, 2001).’

- ‘Por muy importantes que parezcan las empresas transportistas, su participación estará siempre supeditada a otros fines económicos o sociales. Debe quedar muy claro que el transporte es una variable derivada de otras necesidades principales (Ruiz, 2007).’

La mayoría de las definiciones de transporte son muy similares, variando en cuestiones de redacción o usando sinónimos dentro de las mismas. Las principales diferencias entre las definiciones son en función del contexto. Por ejemplo, en un ámbito ingenieril o en un ámbito social se pueden tener dos visiones diferentes, siendo que el ámbito ingenieril se involucra más la tecnología y en lo social se involucra más la economía.

Conociendo el significado tanto de transporte, como de urbano, se llega a la conclusión, a grosso modo, de que el transporte urbano es todo aquel proceso que involucre trasladar objetos y/o personas dentro de poblaciones con un número determinado de habitantes superior a cierta cota. Por ejemplo, en México, el transporte urbano es todo aquel que se realiza en ciudades con más de dos mil quinientos habitantes.

Dentro de los conceptos base para comprender de mejor forma estos apuntes, se encuentran las definiciones de Ingeniería de Transporte e Ingeniería de Tránsito, que a continuación se presentan.

Ingeniería de Transporte es la aplicación de los principios científicos a la planeación, operación y administración de las diversas partes de cada medio y modo de transporte, cumpliendo con el objetivo para el cual se desarrolla el proyecto. Por otro lado, la Ingeniería de Tránsito es una rama o fase de la Ingeniería de Transporte, la cual realiza actividades de planeación y operación del tránsito que circula por las calles, carreteras, vías de rodaje, entre otras, así como las terminales, paradas, y la relación con otros modos de transporte (Cal y Mayor & Cárdenas, 1994).

Se observa que dentro de las definiciones anteriores se mencionan los conceptos “medios” y “modos” de transporte, pero, ¿qué son? Los medios de transporte hacen referencia a la forma de transportar, ya sea de carácter terrestre, marítimo, ferroviario o aéreo. Por su parte, modo, se refiere al vehículo utilizado. Por ejemplo, para el medio de transporte aéreo, los modos de transporte pueden ser los aviones o helicópteros. Para el medio de transporte terrestre, los modos de transporte son los camiones, autobuses, taxis, entre otros. Para el medio ferroviario los modos son los trenes, tranvías, entre otros. Finalmente, para el medio marítimo, los modos son los barcos, lanchas, trajineras, entre otros (Islas & Lelis, 2007).

En la Figura 2 se observan dos modos de transporte correspondientes a diversos medios. Los peatones, que se muestran en la parte derecha de la figura corresponden al medio terrestre y el avión, que se muestra en la parte izquierda, al medio aéreo.



Figura 2. Medios y modos de transporte. Fuente: elaboración propia.

Es importante comprender bien el párrafo anterior ya que en ocasiones suelen existir confusiones. En los textos de ingeniería en inglés, el término “medios de transporte” (*transportation mediums*) no existe, en inglés se generaliza todo en el término “modos” (*transportation modes*). Sin embargo, en diversas bibliografías redactadas en español sí hacen énfasis en la diferencia. Por otro lado, hay cierta discusión acerca de la diferencia entre modo y medio, ya que en algunas publicaciones se plantean estos dos términos de manera invertida. Tal es el caso del artículo “¿Qué medio y modo de transporte es el más adecuado para mi empresa?” publicado por la Universidad ESAN (Conexión ESAN, 2015). Para términos de este texto, se usará “modos” para los vehículos asignados a los medios, ya que el Instituto Mexicano del Transporte (IMT) así lo maneja en sus investigaciones y reportes.

Otros conceptos que suelen provocar cierta confusión a las personas que se adentran en la Ingeniería de Transporte, es la diferencia entre *tránsito* y *tráfico*. El *tránsito* hace referencia al fenómeno físico de pasar por un lugar específico. Por ejemplo, alguna calle, estación o avenida en específico. En cambio, el término *tráfico* es la acción de comerciar con bienes, donde involucrar movimiento es opcional. La principal diferencia que se puede observar en ambos conceptos es que el término *tráfico* no necesariamente es aplicable a las personas (Islas Rivera & Lelis Zaragoza, 2007).

Dentro del estudio del transporte (así como a lo largo de este texto) se emplea frecuentemente el concepto “sistema de transporte”, por lo que se definirá este concepto. Según Islas Rivera & Lelis Zaragoza (2007) un sistema es un conjunto de unidades (por lo menos dos elementos) que están relacionadas entre sí para alcanzar un objetivo en común. Con esto, se llega a la conclusión de que un sistema de transporte es el conjunto de elementos interrelacionados entre sí que cumplen con el objetivo de mover materia (personas o mercancías) de un punto a otro.

Otros conceptos a conocer son la unimodalidad, multimodalidad e intermodalidad. Estos conceptos tienen sus diferencias dependiendo de lo que transporta, ya sea pasajeros o carga. En el caso de la unimodalidad, se caracteriza por realizar el desplazamiento de personas o carga mediante un solo modo de transporte. Por otro lado, las definiciones de multimodalidad e intermodalidad varían dependiendo de si se transporta pasajeros o carga. En la Tabla 1, se define la multimodalidad e intermodalidad de carga, así como la multimodalidad e intermodalidad de pasajeros. Además, en esta tabla se presentan ejemplos de cada uno de los conceptos. Es importante recalcar que estas definiciones asociadas con el transporte de carga están mundialmente aceptadas. Por otro lado, para el transporte de pasajeros no existe una definición en concreto, siendo que se pueden usar cualquiera de las dos.

	Unimodal	Multimodal	Intermodal
Carga	Se caracteriza por realizar el desplazamiento de personas y carga mediante un solo modo de transporte. Por ejemplo, una persona caminando a su destino, o una persona usando una bicicleta para transportar carga.	El transporte multimodal de carga se realiza mediante el uso de diversos modos y un único contrato con el transportista. En este tipo de transporte una sola empresa realiza el traslado de la mercancía, así como la documentación correspondiente. (Retos en Supply Chain, 2023). Por ejemplo, cuando Amazon transporta mercancía mediante varios modos de transporte, pero a lo largo del proceso solo Amazon está involucrado, ninguna otra empresa.	Es un sistema de transporte compuesto por diversos modos, donde la unidad de carga no se manipula. En otras palabras, no hay una ruptura de carga a lo largo del transporte. Otra característica importante de la intermodalidad de carga es que se presentan contratos múltiples con las empresas que administran los diferentes modos utilizados. Por ejemplo, un contenedor transportado en barco y posteriormente en tren. (Comisión de transportes, 2005).
Pasajeros		En el transporte multimodal de pasajeros se hace uso de más de un modo en el trayecto entre el origen y el destino (Kramarz, 2021). Por ejemplo, una persona que para llegar a su destino usa dos o más modos.	El transporte intermodal de pasajeros se realiza mediante el uso de varios modos, sin interrumpir el viaje, ejecutando un viaje único mediante transferencias coordinadas. (Brad, Richard & Bowden, 2000). Por ejemplo, los centros de transferencia modal donde convergen distintos modos favorecen las transferencias coordinadas, minimizando las interrupciones.

Tabla 1. Transporte unimodal, multimodal e intermodal. Fuente: elaboración propia a partir de (Retos en Supply Chain, 2023), (Comisión de transportes, 2005), (Kramarz, 2021) y (Brad, Richard & Bowden, 2000).

En la Figura 3 se muestra la conexión entre diversos modos de transporte como lo son el trolebús elevado, el Metro, el Cablebús y los paraderos de microbuses, favoreciendo la intermodalidad entre ellos.



Figura 3. Intermodalidad en el CETRAM Constitución de 1917. Fuente: elaboración propia.

I.2 BREVE HISTORIA Y EVOLUCIÓN DEL TRANSPORTE URBANO EN EL MUNDO

Johnson & Ponnuswamy (2012), presentan una breve historia del transporte en general, así como del transporte urbano. A continuación, se describen los principales puntos de dicha publicación, recalcando que las figuras 4 y 5, así como la Tabla 2, fueron hechas con información del libro previamente mencionado.

El transporte ha evolucionado de forma paralela con el humano y las sociedades, por ejemplo, se pueden comparar los camiones actuales que se usan para transportar mercancías con las carrozas impulsadas por caballos en el antiguo Egipto. En la Tabla 2 y figuras 4 y 5 se puede observar una breve cronología de los avances tecnológicos que fueron ocurriendo en materia de transporte.

Año.	Avance tecnológico.
6000 A.C.	Velas utilizadas en balsas y canoas
3500 A.C.	Caballo domesticado en Asia y se inventa la brida.
3200 A.C.	Invencción de la rueda.
1800 A.C.	El caballo y la rueda de radios aparecieron en Egipto.
450	Estribo moderno utilizado en el Imperio Romano.
900	Aparecen en Francia los modernos arneses para caballos.
1200	Se desarrolla un tipo moderno de timón de barco.
1450	Se inventa el barco de tres mástiles.
1550	Aparecen autocares y vagones en las carreteras de Inglaterra.

Tabla 2. Cronología con algunos avances del transporte en el mundo. Fuente: elaboración propia a partir de (Johnson & Ponnuswamy, 2012).

Analizando la cronología de la Tabla 2 y figuras 4 y 5 se puede apreciar como en la antigüedad tardaban siglos o hasta milenios para tener un avance significativo en el transporte. Por ejemplo, pasaron 4750 años entre la invención de la rueda y la aparición de autocares en las carreteras de Inglaterra, donde. Sin embargo, en tiempos recientes, los avances se presentan con

mayor frecuencia. Por ejemplo, los inventos más revolucionarios en materia de transporte (trenes, carros de motor y aviones) se desarrollaron en un periodo menor a 100 años.

Las ciudades no fueron la excepción dentro de la evolución del transporte, ya que las necesidades de la población requerían un gran avance. En la Figura 6 se presenta una cronología de la evolución del transporte urbano alrededor del mundo, siendo el sector ferroviario uno de los principales medios de transporte urbano público. En la Figura 6, se observa que los trenes fueron los principales modos de transporte público a desarrollar dentro de las zonas urbanas. Sin embargo, no fueron los únicos modos de transporte que tuvieron avances, también hubo un desarrollo considerable en los autobuses de pasajeros.

Dentro de los avances tanto en transporte como en transporte urbano, se pueden resaltar la gran diferencia en las velocidades de los modos de transporte actuales comparados con los modos antiguos, así como la comodidad, accesibilidad, conectividad, multimodalidad, intermodalidad, entre otros. Por ejemplo, una evidencia de la evolución del transporte urbano es la infraestructura, en el siglo XXI (en comparación con la primera mitad siglo XX) se encuentran centros de transferencia modal, vías destinadas a los ciclistas, infraestructura para los BRT, así como una mayor accesibilidad a zonas donde antes no se podía acceder.

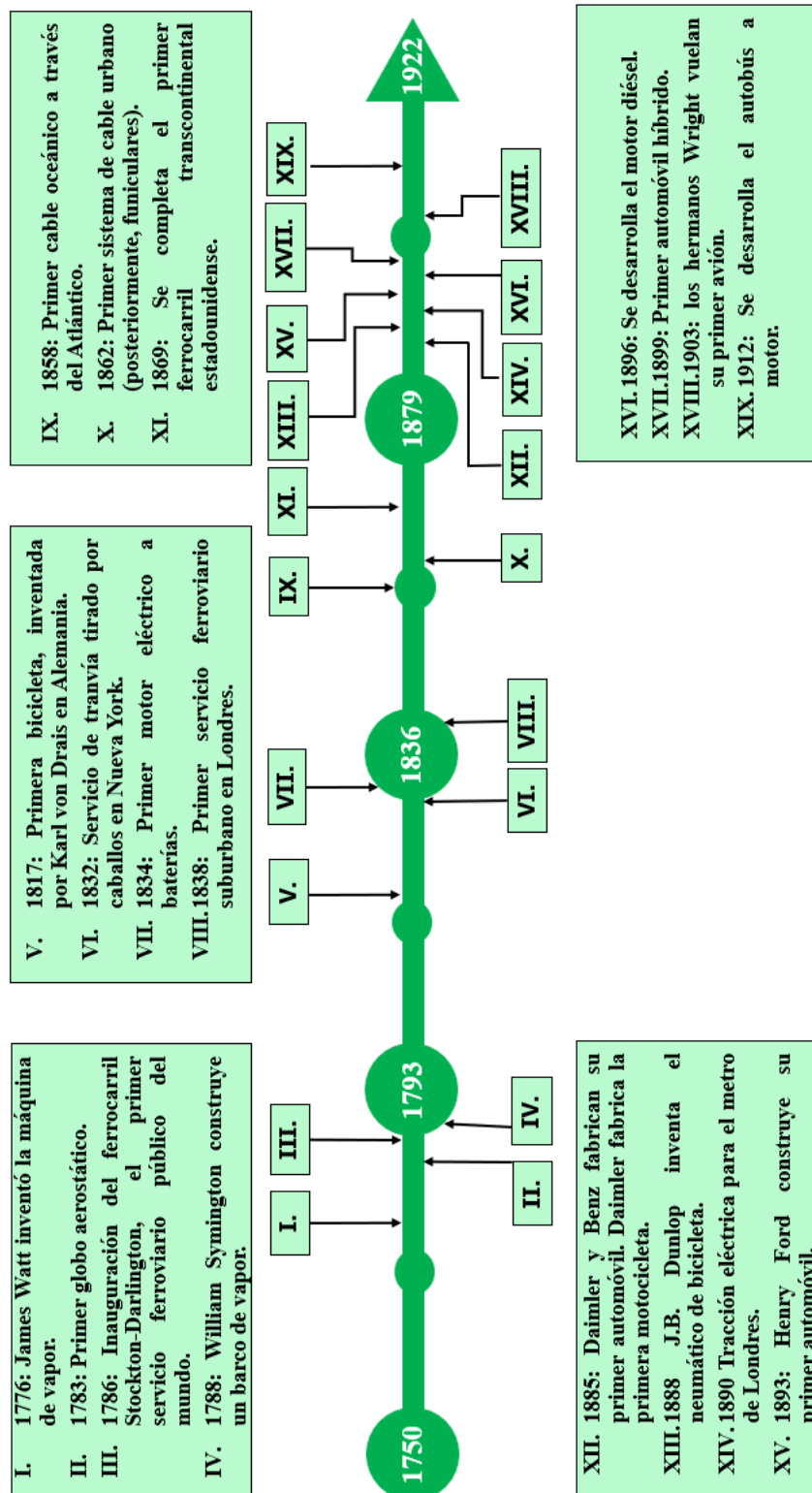


Figura 4. Línea del tiempo del transporte en el mundo entre los años de 1750 y 1922.
 Fuente: elaboración propia a partir de (Johnson & Ponnuswamy, 2012) y otras fuentes.

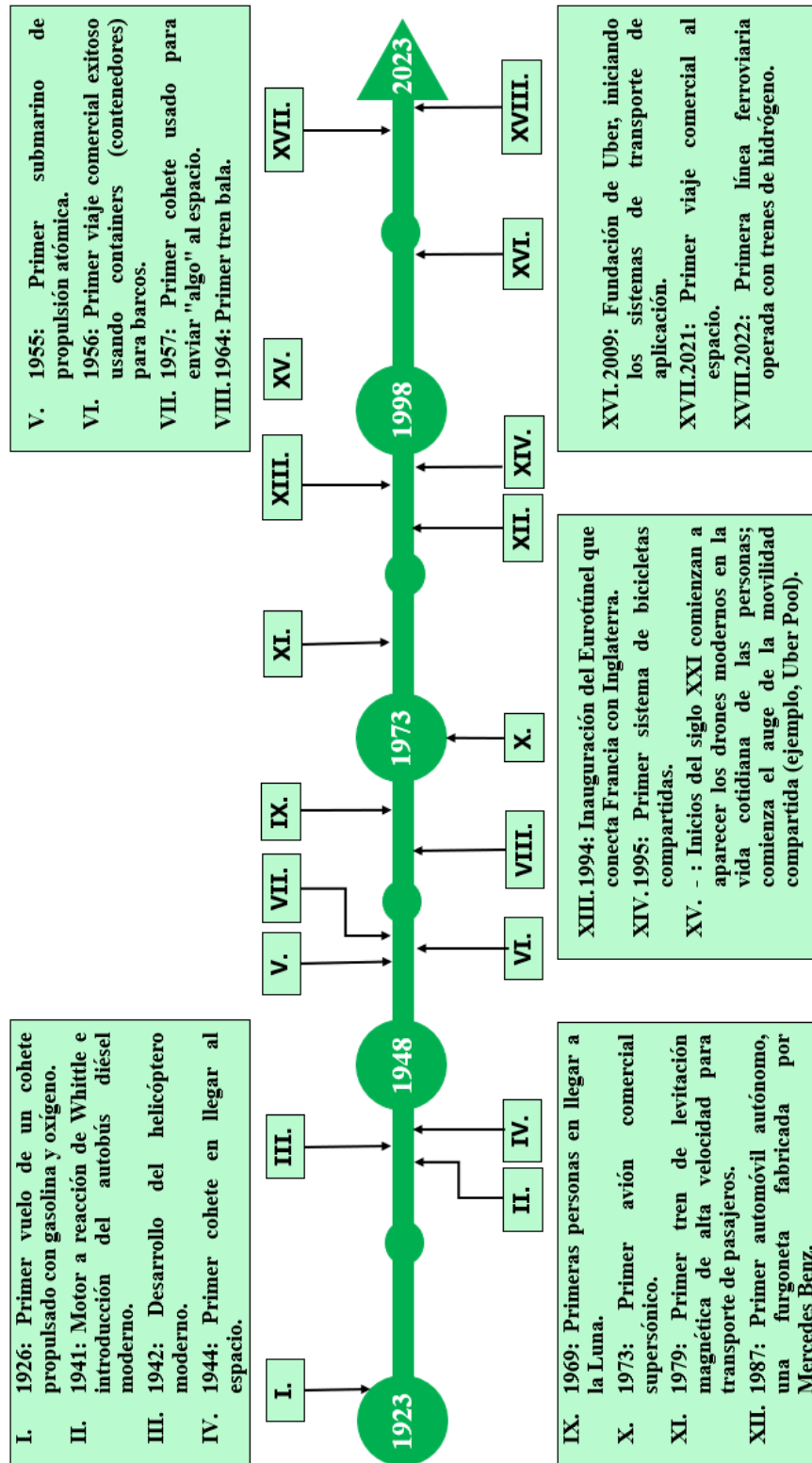


Figura 5. Línea del tiempo del transporte en el mundo desde 1923 hasta la actualidad.
 Fuente: elaboración propia a partir de (Johnson & Ponnuswamy, 2012) y otras fuentes.

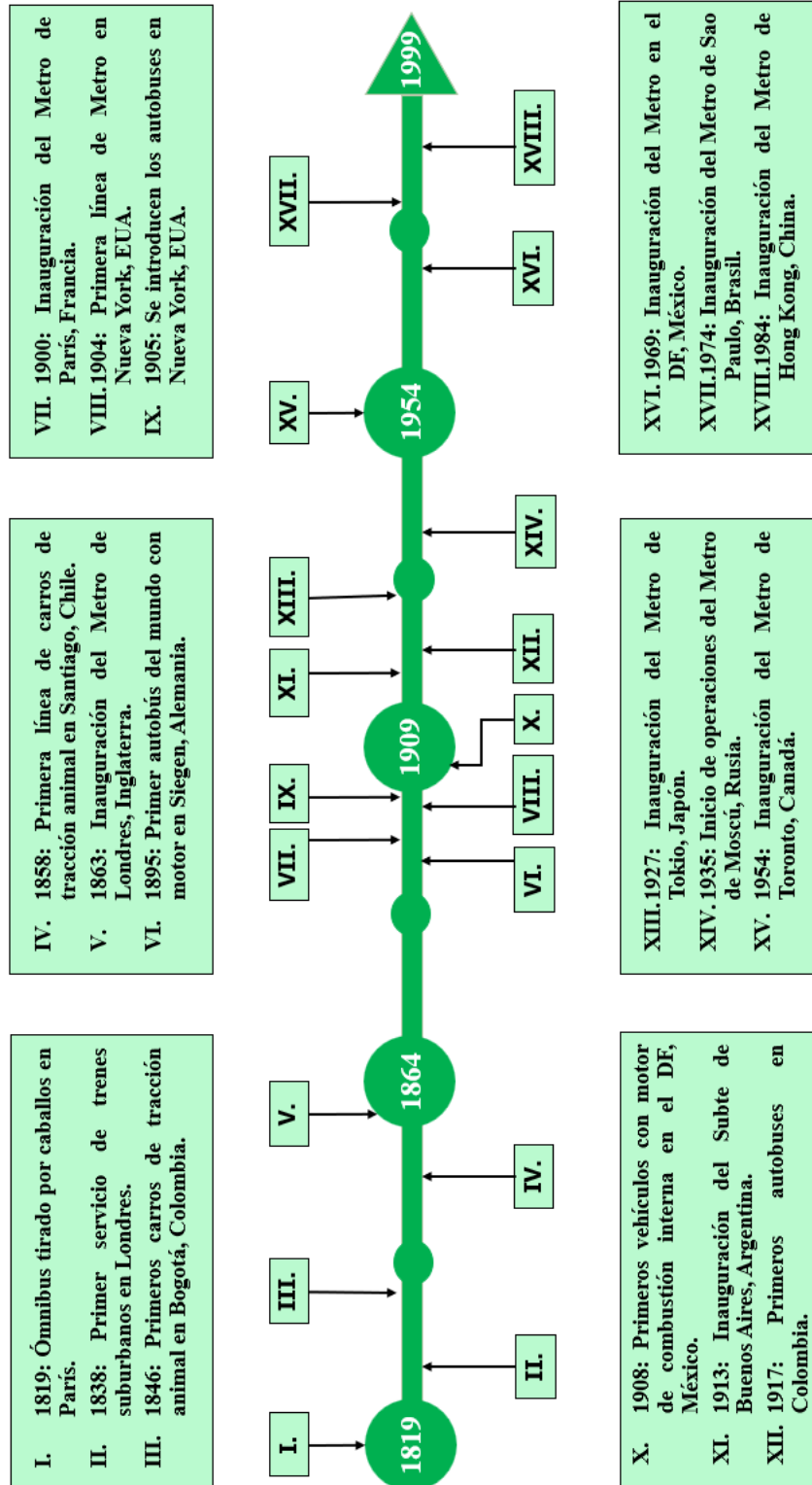


Figura 6. Línea del tiempo del transporte urbano con algunos avances en diversas ciudades del mundo. Fuente: elaboración propia a partir de diversas fuentes.

Así como el transporte requiere de una buena conectividad entre los medios y modos para una buena operación, las diversas ramas de la ciencia trabajan en conjunto para conseguir una buena planeación, administración y operación. Los sistemas de transporte no podrían funcionar de manera correcta si no se involucran diversas disciplinas a lo largo de su creación y operación. Por ejemplo, los vehículos desarrollados gracias a la ingeniería mecánica y eléctrica, requieren la infraestructura adecuada desarrollada por la ingeniería civil, y estas a su vez, requieren de la ingeniería de tránsito y la ingeniería de sistemas para poder desarrollar procesos eficientes.

Muchos avances logrados en los diferentes modos de transporte fueron posibles gracias al trabajo interdisciplinario y al desarrollo de diversas disciplinas como (IMT, 2007):

- La Ingeniería Civil (especialmente la relacionada con los sistemas de transporte), que ha proporcionado elementos necesarios para la creación de infraestructura (vías, caminos, puentes, edificios, entre otros) En la Figura 7 se aprecia un puente ubicado en el Estado de Oaxaca, México.



Figura 7. Puente para el tránsito de vehículos terrestres. Fuente: elaboración propia.

- La Ingeniería Mecánica y Eléctrica, que realiza innovaciones constantes en la maquinaria y equipo de los modos de transporte.
- La Ingeniería de Tránsito, encargada principalmente de resolver los problemas de circulación de los automóviles, mediante diversos estudios de diseño funcional de la vialidad, análisis de capacidad, diseño geométrico, entre otros. Aunque muchos de sus principios son aplicables a la mayoría de los modos y no solo al automóvil.

- La Ingeniería de Sistemas, ha contribuido con el desarrollo de técnicas de planificación, diseño y explotación de los sistemas de transporte, para hacerlos más eficientes y eficaces, al optimizarse los recursos disponibles. Esta disciplina, además, ha hecho posible la integración de los modos de transporte, mediante su interacción ordenada (transportación intermodal y multimodal), lo cual evita competencias inútiles y un mejor aprovechamiento de las características de cada uno de ellos.
- El alto grado de desarrollo de las ciencias matemáticas relacionadas con la aplicación en la administración y ciencias sociales, constituyen una gran herramienta para el análisis de los problemas y la toma de decisiones.
- La economía permite hacer un uso racional de los recursos destinados al transporte. También, esta disciplina permite evaluar la efectividad y alcances de los sistemas de transporte con que cuenta una región o país.
- Existen, además, muchos estudios de disciplinas como la Sociología, la Psicología, el Urbanismo, el Derecho o la Ecología, que han proporcionado las bases para "humanizar" y proteger al ser humano de las consecuencias que el desarrollo de los sistemas de transporte le ocasiona a la vida diaria y actividad social de los individuos.

Como se puede observar, el desarrollo del transporte requiere de diversas disciplinas y oficios para progresar, donde, la unión y armonía de éstas promueve una mejor innovación. Las diferentes disciplinas deben trabajar en conjunto para así conseguir mejores resultados. Además, también se debe tener en mente que el crecimiento de los sistemas de transporte no es lineal, hay periodos donde se tienen mejores resultados que en otros.

I.3 BREVE HISTORIA Y EVOLUCIÓN DEL TRANSPORTE URBANO EN MÉXICO

El libro titulado El transporte urbano de pasajeros de la Ciudad de México en el siglo XX de Rodríguez & Navarro (1999), se hace un recuento de los cambios y la evolución que ha tenido el transporte urbano en la Ciudad de México (antes Distrito Federal). A continuación, se presenta los principales puntos.

A lo largo de la historia, los requerimientos diarios de traslado tanto de pasajeros como de mercancías fueron aumentando. La historia del transporte masivo de pasajeros y de carga en México comienza en 1937 con la construcción de la primera línea ferroviaria entre la Ciudad de México y el puerto de Veracruz. Durante el resto del siglo XIX se continuaron expandiendo las líneas de los ferrocarriles. Sin embargo, a inicios del siglo XX, los modos de transporte de tracción animal aún eran comunes. En el caso de la Ciudad de México, tanto las inversiones extranjeras como los avances tecnológicos condujeron a que las empresas activas en la ciudad comenzaran a ubicarse cerca de las vías de los ferrocarriles, lo que provocó que las clases privilegiadas comenzaran a habitar al poniente y norte de la ciudad, donde se ubicaban las estas vías.

Debido a que los centros de trabajo comenzaron a ubicarse alrededor de las vías de ferrocarril, cada vez la población necesitaba hacer traslados más largos. Fue así, que en 1900, apareció la

primera línea de tranvía¹ en la ciudad, la cual recorría desde el Zócalo hasta el pueblo de San Ángel. En 1908, los primeros vehículos con motor de combustión interna empezaron a circular. Las personas con alto poder adquisitivo eran las únicas que contaban con dichos vehículos y eran principalmente usados para transporte privado.

Para 1917, la ciudad ya contaba con 14 líneas de tranvía. La concesión para la construcción y operación de los tranvías fue otorgada a una empresa de origen inglés, que durante 17 años operó y fue la única empresa que brindaba servicio de transporte público.

También, en 1917, los primeros autobuses de pasajeros con motores de combustión interna aparecieron en la ciudad, y con esto, los modos de transporte de tracción animal comenzaron a desaparecer. Además, estos autobuses hicieron competencia al monopolio que mantuvieron los tranvías durante 17 años.

Durante varios años el gobierno brindó protección al monopolio de la empresa tranviaria. Sin embargo, diversas huelgas y conflictos derivados por un largo proceso de lucha por parte de los trabajadores provocaron que poco a poco la empresa fuera cayendo. Rodríguez & Navarro, (1999) narra este hecho de la siguiente forma:

Durante el movimiento de 1916-1917 no hubo nadie que manejara los tranvías proporcionando el servicio de manera gratuita, pero otro grupo de personas aprovechó la oportunidad para improvisar los primeros autotransportes urbanos de pasajeros del país: colocaron sobre un chasis que disponía de motor de combustión interna, una plataforma de madera con bancas y en algunas ocasiones toldo. Por ello es que, en nuestro país, los autobuses urbanos son popularmente conocidos como "camiones", debido a que desde su origen y durante mucho tiempo fueron efectivamente chasis de camiones adaptados para "transportar" personas.

Una vez terminado el movimiento de 1916-1917, en lugar de disminuir el número de autobuses y “camioneros” tuvieron un incremento. En los siguientes años, el autobús terminó consolidándose como una de las principales formas de trasladarse. Además, a finales de la década de los veinte e inicios de la década de los treinta, Estados Unidos exportó a México grandes cantidades de automotores, que dieron lugar a los coches de “ruleteo”, los cuales son vehículos que no tienen un lugar o ruta fija, el inicio del taxi en México.

Para 1945, el entonces presidente Manuel Ávila Camacho expidió la Ley de los Transportes Urbanos y Suburbanos del Distrito Federal, la cual norma y regula el transporte urbano de pasajeros. Dicha ley se expidió tras ver la crisis que la Segunda Guerra Mundial había causado, y que se evidenció la importancia del transporte urbano para la economía en general.

Para la década de los años cincuenta, los automóviles particulares aumentaron en gran medida y las vialidades se comenzaron a saturar. Lo que a su vez derivó, en que los camiones aumentarían los tiempos de traslado y el consumo de combustibles.

¹ Un tranvía es un vehículo que circula sobre riles en el interior de una ciudad o sus cercanías y que se usa principalmente para transportar personas (ASALE, s.f.-c).

En 1955, comenzaron a usarse las primeras unidades de vehículos denominados trolebuses². Sin embargo, esto no significó un impulso para los modos de transporte eléctricos, ya que para finales de la década 50s e inicios de los 60s, los tranvías disminuyeron en gran medida. Además, en este periodo, los conductores de los autobuses urbanos tuvieron un crecimiento importante.

Por otro lado, durante la década de los 50's, el crecimiento poblacional comenzó a provocar el desbordamiento de los límites del Distrito Federal. Dentro de esta movilización hacia los límites del Distrito Federal, se encontraron principalmente las viviendas de las clases populares que no contaban con automóviles privados para trasladarse a sus trabajos. Este desplazamiento de la población generó una mayor necesidad de transporte público para conectar trabajos, escuelas, sistemas de salud y zonas recreativas con las periferias de la ciudad.

Debido al crecimiento urbano acelerado, los modos de transporte público existentes no fueron suficientes para cubrir la demanda de viajes. Entonces, en 1969, fue inaugurada la primera línea del Sistema de Transporte Colectivo (STC-Metro) conectando el oriente con el poniente de la ciudad y movilizand o grandes cantidades de personas por día. En la Figura 8 se observa una cronología de la inauguración de los diversos tramos de las líneas del Metro de la Ciudad de México, así como algunos accidentes que han ocurrido en este sistema de transporte colectivo.

² Un trolebús es un autobús de tracción eléctrica que toma la corriente de cables aéreos por medio de un trole (ASALE, s.f.-d).

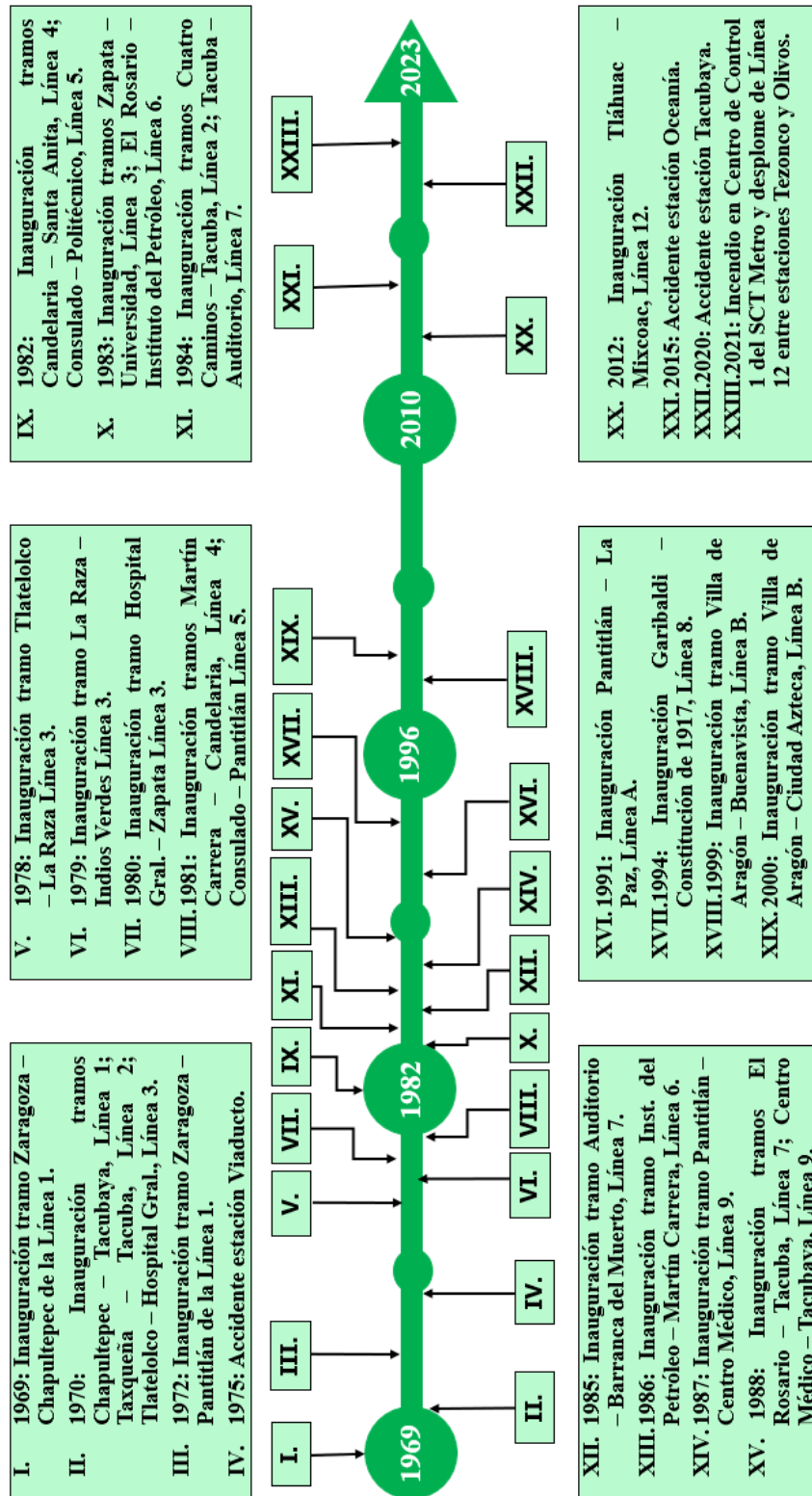


Figura 8. Línea del tiempo con eventos del Metro de la Ciudad de México. Fuente: elaboración propia a partir de (Metro CDMX, s.f.-a).

Con la integración del Metro al sistema de transporte público del Distrito Federal (Ciudad de México), lejos de afectar al sistema de autobuses, lo terminó ayudando, ya que la población requería de dicho servicio para llegar a las estaciones del Metro. Con lo cual, se dio paso al transporte multimodal en el Distrito Federal.

Para complementar el sistema transporte público, durante los siguientes años, se vincularon más las líneas de trolebuses y autobuses, y además, se conectó una línea de Tren Ligero con el SCT- Metro.

A finales de la década de los sesentas y en la década de los setentas, se desarrollaron diversas ampliaciones en algunas vialidades que contaban con puntos de conflicto y se mejoraron varias unidades de transporte público, como los autobuses urbanos.

En las últimas décadas del siglo XX hubo crisis económicas que detuvieron el crecimiento de la infraestructura de los modos de transporte, así como una reestructuración del transporte. Durante la administración del presidente Zedillo se actualizó el Programa Integral de Transporte y Vialidad (PITV) que de acuerdo con Rodríguez & Navarro, (1999) pretendía:

...desincentivar el uso del automóvil particular; sin embargo, la estrategia establecida y llevada a cabo en el PITV se dirigió contradictoriamente a privilegiarlo con propuestas como la consolidación del "tercer" y "cuarto" anillos viales, la construcción de vías rápidas de cuota, los proyectos de nuevas avenidas, cinco ejes viales, 27 pasos a desnivel, así como obras de adaptaciones geométricas, licitación de concesiones de estacionamientos con un total de 11 mil cajones e instalación de parquímetros.

Conocer la historia y evolución del transporte urbano en las ciudades de México ayuda a identificar qué acciones aportaron un mayor avance. A lo largo del siglo XXI los requerimientos en materia de transporte seguirán avanzando. Por lo cual, tomar los aprendizajes del siglo XX será algo fundamental para no repetir errores y aumentar los aciertos.

I.4 FUNCIÓN DEL TRANSPORTE URBANO

El transporte es una pieza fundamental para que una sociedad pueda progresar, ya que es esencial para la movilización de personas y de mercancías. Un buen sistema de transporte abre un gran espectro de facilidades para realizar diversas actividades, tanto económicas, como sociales.

Dentro de las ventajas económicas que brinda un buen sistema de transporte se encuentra expandir mercados locales, estabilizar precios, generación de empleos, movilización de mercancías, entre otras. Para las ventajas sociales tenemos facilidades para viajar y conocer otros lugares, facilidad para acceder a servicios médicos, servicios de recreación, accesibilidad de las personas hacia sus trabajos y sus hogares y reducción en los tiempos de traslado.

Las ventajas demográficas de buen sistema de transporte urbano son la reducción en la centralización, pues las personas pueden vivir en diferentes zonas sin afectar en gran medida su estilo de vida. Un buen sistema de transporte reduce los índices de migración y aumenta el bienestar social. Además, brinda ventajas políticas, ya que al ser el estado la principal fuente de transporte, se tiene a la población con una mejor calidad de vida y esto mejora las encuestas y aceptación hacia los representantes.

La población, además de la necesidad de transportarse, tiene la necesidad de tener en zonas cercanas con productos de consumo diario, como lo son alimentos, medicamentos, ropa y calzado. Cada zona urbana tiene requerimientos diferentes, los cuales pueden ser facilitados gracias al transporte.

I.5 CLASIFICACIÓN

Para el estudio de los modos de transporte, se realizan clasificaciones dependiendo de diversas características o fines.

La primera clasificación se puede obtener del temario del curso al cual estos apuntes apoyan. Los modos de transporte urbano se pueden clasificar de acuerdo a lo que transportan, siendo:

- Transportes de pasajeros: vehículos acondicionados para el traslado de personas, así como de sus equipajes.
- Transportes de carga: vehículos acondicionados para el traslado de mercancías y productos.
- Transportes mixtos: vehículos acondicionados para trasladar tanto pasajeros como carga.

Otra clasificación del transporte urbano es por su naturaleza/tipo de servicio que prestan (Molinero & Sánchez, 2005):

- Transporte público: vehículos que tienen rutas y horarios de servicio establecidos, los cuales brindan dicho servicio a cambio de una tarifa que comúnmente establece el Estado.
- Transporte de alquiler: vehículos que pueden ser usados por cualquier persona que pague una tarifa proporcionada por un operador. Por ejemplo, taxis y sistemas de transporte bajo demanda. Los transportes de alquiler son una rama del transporte público.
- Transporte privado: vehículos donde el propietario limita su acceso, los cuales circulan por vías proporcionadas, mantenidas y operadas por el Estado.

El transporte urbano también puede ser clasificado por su capacidad de transporte (Molinero & Sánchez, 2005):

- Transporte individual: vehículos donde solo el operador puede satisfacer la necesidad de trasladarse. Por ejemplo, bicicletas, algunas motocicletas, monopatines, entre otros.
- Transporte en grupos: vehículos que trasladan un grupo de personas sin necesidad de tener el mismo origen o destino. Por ejemplo, autobuses, taxis colectivos o trolebús, entre otros.

Es importante reconocer que los términos y definiciones van adaptándose con el paso del tiempo. En tiempos modernos, es común escuchar y leer el término *transporte masivo*, por lo cual, a la clasificación del transporte urbano por su capacidad puede agregarse el transporte masivo. Este tipo de transporte se realiza en vehículos de gran capacidad que circulan por rutas y horarios establecidos, por ejemplo, el STC-Metro. En la Figura 9 se observa una motocicleta, la cual es un transporte individual debido a que solo el operador y un acompañante pueden satisfacer sus necesidades de transportarse. En la Figura 10 se aprecia una furgoneta de pasajeros (mejor conocidas como “combi” en la CDMX), el cual es un vehículo capaz de transportar un

grupo conformado por varios usuarios. Por último, en la Figura 11 se aprecia el Metro de la Ciudad de México, el cual es capaz de transportar una gran cantidad de pasajeros a la vez.



Figura 9. Transporte individual. Fuente: elaboración propia.



Figura 10. Transporte en grupos. Fuente: elaboración propia.



Figura 11. Transporte masivo. Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, el transporte urbano puede clasificarse de acuerdo con la vía en el que opera (Molinero & Sánchez, 2005):

- Transporte de superficie: Operan en calles con tránsito mixto, por ejemplo, taxis, autobuses, automóviles, camiones, entre otros.
- Transporte semiconfinado: Operan en vialidades reservadas pero que cruza con otras vialidades en sus intersecciones. Por ejemplo, el Metrobús, el trolebús, las ciclovías.
- Transporte confinado: Operan con un derecho de vía exclusivo. Por ejemplo, el STC Metro.
- Transportes especializados: Tienen condiciones especiales en cuanto a su derecho de vía. Por ejemplo, teleféricos, helicópteros, ferris, entre otros.

También, el transporte urbano es una subclasificación de acuerdo con el ámbito geográfico (Islas & Lelis, 2007):

- Urbano: Se concentra al interior de una ciudad.
- Suburbano: Realiza una conexión entre las ciudades y sus suburbios³.
- Interurbano: Tiene como destino una ciudad diferente a la de origen.
- Rural: Se realiza entre zonas no urbanas.
- Internacional: Aquel transporte que permite la conexión entre dos o más países.

³ Un suburbio es una zona que por distintas razones no pertenece directamente a una ciudad. Sin embargo, dicha zona está muy ligada económica y socialmente.

I.6 CARACTERÍSTICAS

El transporte cuenta con diversas características, algunas de ellas son generales y aplican para todos los modos, y hay otras que sirven para diferenciar un modo de transporte de otro. Las características generales de prácticamente cualquier modo de transporte son las siguientes (Johnson & Ponnuswamy, 2012):

- **Necesidades de transporte de una zona determinada:**
 - Población total: Los requerimientos de transporte dependerán del total de población. Entre más grande y poblada es una ciudad, se necesitarán modos de transporte para satisfacer sus necesidades de consumo y de traslado.
 - Distribución de la población: Si se tiene una alta densidad de población en una zona, los vehículos privados son deficientes económica y energéticamente. Caso contrario del Bus Rapid Transit (BRT⁴) o el metro, los cuales pueden transportar a una gran cantidad de personas a un bajo costo monetario y energético.
 - Geografía de la zona: Si en la zona donde se requiere un sistema de transporte existen ríos, montañas, fallas geológicas, provoca que se presenten diversas dificultades. Por ejemplo, se tienen que implementar medidas más costosas para la construcción de la infraestructura si se tienen pendientes pronunciadas, hundimientos, fallas geológicas o la presencia de cuerpos de agua.
 - Niveles de ingresos: Un nivel de ingresos alto provoca una tendencia de la población hacia el uso de vehículos privados, reduciendo el uso del transporte público.
 - Políticas gubernamentales: Las políticas que tienden a impulsar la construcción de viviendas unifamiliares en una zona, tienden a generar patrones de baja densidad de transporte⁵. Sin embargo, políticas que generen zonas de una gran densidad residencial, provoca patrones de alta densidad de transporte.
- **Demanda de transporte:** La demanda de transporte es tanto temporal como espacial, ya que, en tiempos específicos, así como en zonas específicas, varía dependiendo de las actividades de la sociedad. Hay actividades que presentan regularidades en sus viajes, por ejemplo, las entradas/salidas de los trabajos y las escuelas.
- **Tipos de viajes:** Un viaje es un movimiento de materia desde un origen hasta un destino. De acuerdo con Vuchic (2005) los viajes se clasifican como viajes basados en el hogar y viajes no basados en el hogar. El primero de estos hace referencia a aquella persona que termina su viaje en su casa. Por ejemplo, si una persona va de su casa al trabajo y posteriormente a su casa. Por otro lado, si una persona va de su casa al trabajo y posteriormente a la tienda, hace referencia a un viaje no basado en el hogar. En la mayoría de las áreas urbanas, los viajes basados en el hogar constituyen entre el 85% y 90% de los

⁴ BRT: Bus Rapid Transit, siendo su traducción al español Autobús de Tránsito Rápido.

⁵ La densidad de transporte es la cantidad de servicios que se brinda en una zona determinada, siendo que una baja densidad de transporte implica pocos servicios de trabajo. Por lo contrario, una alta densidad de transporte implica tener una gran cantidad de servicios de transporte.

viajes totales. Dependiendo el propósito del viaje, también se pueden clasificar en viajes de trabajo, viajes escolares, viajes de compras y viajes sociales-recreacionales.

- **Congestionamiento vial:** El congestionamiento vial es el principal problema presente en el transporte urbano, provocando incrementos en los costos de operación de los sistemas de transporte, en el uso de energía y aumentando los niveles de contaminación. Existen diversas soluciones que pueden mitigar la congestión, como; implementar restricciones de estacionamiento, hacer calles de un solo sentido vial o prioridades semafóricas. Sin embargo, la medida más efectiva para reducir la congestión es incrementar los niveles de servicio⁶ del transporte público, ya que el transporte público es más eficiente que el resto de los modos en uso de energía y espacio.
- **Impacto ambiental:** Los impactos ambientales del transporte urbano son los siguientes
 - Contaminación del aire: Los modos de transporte urbano emiten diversos gases los cuales contaminan el aire. Por ejemplo, el Monóxido de Carbono (CO) causa el efecto invernadero, el Óxido de Nitrógeno (NO_x) y el Ozono (O₃) provocan lluvia ácida, el Dióxido de Azufre (SO₂) provoca problemas respiratorios. El incremento de Dióxido de Carbono (CO₂) en la atmósfera incrementa el calentamiento global.
 - Contaminación sonora: Existen diversos modos de transporte urbano que generan ruido. Los altos niveles de ruido provocados por los modos generan afectaciones en la población, como la reducción de la productividad de las personas. Además, son un elemento distractor en las actividades escolares y pueden provocan malestares como dolor de cabeza o migraña.
 - Contaminación visual e impacto por separación de las comunidades: Construir vías de ferrocarril, estaciones o carreteras afecta visualmente una zona. También aumenta el riesgo de accidentes en las intersecciones, ya que, para llegar de un lado a otro, algunos usuarios deben cruzar la superficie de rodamiento donde están expuestos a situaciones de riesgo.
 - Accidentes y daños a la salud humana: Impulsar modos de transporte activos como lo son caminar y el uso de bicicleta, genera un impacto positivo en la salud de la población. La actividad física que se realiza mediante los modos activos, combate enfermedades que dañan la salud humana. Por otra parte, los accidentes viales provocan daños en la salud, o hasta la muerte, de la población.
- **Políticas:** una buena política apoya a una mejor distribución de los servicios que requiere la población, reduciendo las necesidades de realizar viajes. Existen cinco componentes principales para crear una política de transporte en un área metropolitana⁷:
 - Armonía con sectores aliados: la administración del transporte requiere trabajar en conjunto con las políticas económicas, ambientales y de uso de suelo.

⁶ Revisar Capítulo 4, específicamente el tema “Niveles de servicio”.

⁷ De acuerdo con INEGI, una zona o área metropolitana se define como: “El conjunto de dos o más municipios donde se localiza una ciudad de 50 mil o más habitantes, cuyas funciones y actividades rebasan el límite del municipio que originalmente la contenía, incorporando como parte de sí misma o de su área de influencia directa a municipios vecinos predominantes urbanos, con los que mantiene un alto grado de integración socioeconómica”

- Planificación integral: Se debe realizar un uso integral de los datos e información del tránsito, así como implementar técnicas adecuadas para el análisis de dicha información.
- Sistemas de transporte intermodal: Coordinar tarifas, contar con infraestructura adecuada y contar con sistemas de tránsito variados, son requerimientos para poder tener sistemas de transporte intermodal.
- Implementación de sistemas de transporte: Se requiere coordinar las inversiones realizadas en el transporte.
- Gestión de la competencia: Se debe buscar una competencia sana, para que las empresas trabajen en conjunto. Esto se logra mediante regulaciones, financiaciones y un sistema de tarifas establecido.
- **Capacidad, uso del espacio y energía consumida por los modos:** La eficiencia de un modo de transporte puede estar determinada por las unidades de espacio requeridas para transportar la pasajeros o carga ($m^2 \times$ pasajero o $m^2 \times$ kg) y sus unidades de energía consumidas (kwh/pasajero-km o kwh/Ton-km). La capacidad máxima de un modo de transporte está en función de la capacidad máxima de una unidad de vehículo y el flujo vehicular máximo por línea por hora.

Las características que ayudan a diferenciar un modo de transporte de otro son: los tipos de derecho de vía, los tipos de tecnología implementada y los tipos de servicio. Según Molinero & Sánchez (2005) estas características se describen de la siguiente forma:

- **Derechos de vía:** El derecho de vía es la superficie por donde circulan los diversos modos de transporte. Y se clasifican de la siguiente forma:
 - Derecho de vía tipo C: La superficie es compartida entre diversos modos de transporte, operando con tránsito mixto (privado y público). En algunas zonas se pueden incluir carriles y semáforos preferenciales para ciertos modos. En la Figura 12 se ejemplifica una avenida donde la superficie es compartida entre diversos modos de transporte.
 - Derecho de vía tipo B: Mediante elementos físicos como lo son las barreras, se genera una separación física, solo se mantienen los cruces a nivel. Ejemplos: BRT Optibús (León, Guanajuato), BRT Metrobús (Ciudad de México) y BRT Mexibús (Estado de México). En la Figura 13 se observa una superficie que cuenta con una separación física.
 - Derecho de vía tipo A: Se presenta una separación física del derecho de vía, evitando cualquier interferencia de otros modos de transporte. Pueden ser subterráneas, elevadas o a nivel. Ejemplo: Metro y Tren Ligero (Ciudad de México). En la Figura 14 se muestra una superficie aislada de cualquier otro modo de transporte.
 - Vías especiales: Son casos especiales de vías, por ejemplo: teleféricos.



Figura 12. Derecho de vía tipo C. Fuente: elaboración propia.



Figura 13. Derecho de vía tipo B. Fuente: elaboración propia.



Figura 14. Derecho de vía tipo A. Fuente: elaboración propia.

- **Tipo de tecnología implementada:** Son las características mecánicas del modo de transporte, así como las del camino mismo, estando relacionadas entre sí.
 - Soporte: contacto físico vertical entre el modo de transporte y la superficie de rodamiento. Por ejemplo, neumáticos de los automóviles, colchón de aire o ruedas de acero sobre riel.
 - Guía: forma que permite controlar al vehículo en los movimientos laterales. Existen los modos dirigidos desde el vehículo mediante un volante, como el caso de los automóviles, y los modos que su control lateral es mediante rieles, como es el caso del metro.
 - Propulsión: es el método de transferir la fuerza de aceleración y desaceleración, transmitido por el tipo de unidad motriz. Por ejemplo, propulsión magnética, como los trenes Maglev o motores de combustión interna.
 - Control: es la forma con la que se regulan los movimientos de los modos de transporte. Por ejemplo, un automóvil se controla de forma manual-visual, los tranvías se controlan mediante manual-señal⁸ y el SCT Metro de forma automática.
- **Tipo de servicio:** hace referencia a los tipos de rutas, formas y horarios en que opera el sistema de transporte.
 - Tipo de ruta: se refiere principalmente a la cobertura que brinda el servicio. Existen tipos de frecuencia intensiva, los cuales se caracterizan por ser de bajas velocidades y altas intensidades de viajes dentro de áreas pequeñas. Por ejemplo, los microbuses de la Ciudad de México. También existen rutas de transporte urbano y rutas de transporte suburbanas.
 - Tipo de operación: hace referencia a las paradas a lo largo de la ruta. Existen servicios locales que paran en todas las paradas disponibles. Servicio de paradas

⁸ El control manual-señal consiste en que el operador realiza las acciones adecuadas siguiendo las indicaciones que le brindan las diversas señales. Por ejemplo, señales de alto, avanzar, señales de giro, entre otras.

alternadas, que no hacen uso de todas las paradas disponibles. Y el servicio expreso, haciendo paradas espaciadas para acelerar el servicio.

- **Hora de operación:** Es el horario en que el sistema de transporte funciona, habiendo horarios regulares, horarios pico (periodos de mayor demanda), horarios valle (periodos de menor demanda), horarios de servicios especiales (servicios durante eventos deportivos, culturales, escolares, o servicios nocturnos).

I.7 COMPONENTES Y ATRIBUTOS

Los modos de transporte urbano varían dependiendo de las necesidades de la zona y de los pasajeros, así como cuestiones socioeconómicas. Es fundamental conocer cuáles componentes y atributos se adecúan más a las necesidades de los usuarios, los prestatarios y la comunidad. Por otra parte, se debe recalcar que es difícil crear un sistema de transporte perfecto, pues los elementos que intervienen en la operación y uso de los sistemas transporte son muy variados, por lo que es complicado tener una operación óptima del sistema.

En Islas & Lelis (2007) se identifica una lista no exhaustiva de los atributos principales de los sistemas de transporte urbano que a continuación se presentan:

- **Velocidad:** La velocidad es aquella relación que existe entre el tiempo y la distancia empleados para ir de un punto A al B. Por otro lado, dentro de la operación del transporte urbano existen dos tipos de velocidades; la velocidad de flujo libre y la velocidad con congestión. La velocidad de flujo libre se refiere a la velocidad que se obtiene al circular en condiciones irrestrictas. La velocidad con congestión contempla aquellas restricciones como lo son detenciones y obstrucciones por otros vehículos o usuarios del sistema. La velocidad de congestión es la que determina el tiempo de viaje de los usuarios.
- **Capacidad:** Hace referencia a la cantidad de usuarios o carga que pueden ser atendidos. La capacidad se divide en capacidad física y capacidad del sistema. La capacidad física es determinada únicamente por la infraestructura. La capacidad del sistema involucra a la capacidad física y a la forma en que se organiza el sistema. Por ejemplo, la capacidad física de un camión es la cantidad de carga que puede transportar dentro de una unidad. La capacidad de un sistema de camiones es la cantidad de carga que transportan diversas unidades en un periodo de tiempo.
- **Seguridad:** Es la adopción de medidas que ayuden a la prevención de daños y pérdidas tanto de bienes como de los vehículos. Además, también se contempla la prevención de accidentes a los usuarios como resultado de la operación del sistema de transporte.
- **Frecuencia:** La frecuencia se mide registrando la cantidad de vehículos que pasan por un punto en un intervalo de tiempo. En ocasiones se emplea su recíproco, el cual, es el intervalo de tiempo entre dos vehículos.
- **Regularidad:** Es la medida en la que se mantienen todos y cada uno de los demás atributos del sistema de transporte. Por ejemplo, los usuarios requieren que no haya cambios abruptos dentro de los precios, tiempos de arribo y calidad del servicio.

- **Facilidad de acceso:** Este atributo representa las actividades físicas y administrativas⁹ previas a la realización del viaje y para abordar y/o cargar los vehículos. La facilidad de acceso no debe confundirse con la accesibilidad, ya que, este último concepto, está más relacionado con las condiciones o facilidades que tiene una zona para llegar a ella. Para entender mejor esta diferencia, se puede observar que la accesibilidad de las zonas depende del sistema de transporte, así como de sus atributos, y a su vez, de la facilidad de acceso a los sistemas de transporte. Por ejemplo, en la Ciudad de México, el sistema de transporte público de autobuses brinda una gran accesibilidad debido a las numerosas rutas con las que cuenta. Por otro lado, las unidades no cuentan con facilidades de acceso para personas con dificultades motoras.
- **Simplicidad:** Es la prestación del servicio de transporte minimizando los transbordos o cambios de modo. Para el transporte de pasajeros, el objetivo de brindar simplicidad radica en que los usuarios tengan facilidad de acceso, accesibilidad, señalizaciones adecuadas y trayectos más directos. Por otro lado, para el transporte de carga, la simplicidad busca involucrar la menor cantidad de empresas y modos posible, para evitar que la carga sea manipulada.
- **Responsabilidad:** Depende de la organización y desarrollo del transporte. La responsabilidad se le atribuye a la forma en que responde el sistema a los daños y pérdidas que ocurren, independientemente del nivel de seguridad.
- **Flexibilidad:** Es la medida de qué tan capaz es un sistema de transporte para adaptarse a los cambios en el tiempo y espacio. Los cambios en el tiempo hacen referencia a los cambios de demanda que tienen los sistemas de transporte a lo largo de los días, semanas, meses y años. Por otra parte, los cambios en el espacio hacen referencia a los cambios en la demanda que pueda surgir en determinadas regiones.
- **Costo o beneficio económico total:** Se refiere a la cantidad de recursos consumidos o liberados por la eficiencia del sistema de transporte. Siempre se debe buscar maximizar los beneficios y minimizar los costos económicos.
- **Cobertura:** En las rutas, estaciones o nodos de una red de transporte se forman zonas que impactan el funcionamiento de los sistemas de transporte. El conjunto total de estas zonas es la cobertura de los sistemas de transporte. Por ejemplo, para el caso del Metro de la Ciudad de México, el conjunto total de las zonas que albergan estaciones, líneas y conexiones con otros modos, representan la cobertura del Metro. En la Figura 15 se muestra un mapa de la cobertura del Sistema de Transporte Colectivo Metro.

⁹ Las actividades administrativas son las reservaciones, recorridos complementarios, pago del servicio, entre otras.



Figura 15. Mapa de la red de Movilidad Integrada de la CDMX. Fuente: (Secretaría de Movilidad, s.f.).

Los componentes de un sistema de transporte son aquellas unidades que mediante el cumplimiento de su función individual y colectiva hacen posible el objetivo común del sistema. En el capítulo I.1 se definió lo que es un sistema de transporte. Para ser más precisos el transporte se define como un sistema operativo, la razón es que los sistemas de transporte cumplen una función que se puede generalizar como una operación. Dicha operación es ubicar mercancías o personas en una nueva ubicación geográfica sin presentar alteraciones físicas o funcionales.

En los sistemas operativos hay componentes físicos y no físicos, subdividiéndose en estructurales, operativos y fluentes. Los **componentes estructurales** son las partes estáticas, que tiene como principal función mantener la relación entre las partes. Los tres aspectos generales de los componentes estructurales son localizar, vincular y proteger. Los **componentes operativos** son aquellos que ejecutan las actividades de proceso; separando, combinando o provocando cambios estructurales en los elementos para modificar de una manera dada para alcanzar los objetivos planteados. Dentro de los componentes operativos existen tres clases: humanos, máquinas y métodos. Los **componentes fluentes** son los elementos objeto del proceso que ejecutan los componentes operativos, los cuales se desplazan dentro del mismo sistema. Dentro de los componentes fluentes existen tres clases: materia, energía e información. Para una mejor comprensión de cada componente en la Tabla 3 se presentan ejemplos de cada uno.

Componentes	Físicos	Estructurales	Terminales, estaciones, red vial, señalamientos restrictivos, informativos y/o preventivos.
		Operativos	<ul style="list-style-type: none"> • Seres humanos: personal administrativo, técnicos, limpieza o seguridad. • Máquinas: maquinaria de control, mantenimiento o, instrumentos de navegación.
		Fluentes	<ul style="list-style-type: none"> • Materia: pasajeros, equipaje o carga. • Energía: electricidad, gasolina o turbosina.
	No físicos	Estructurales	Planos, leyes, reglamentos, manuales u organigramas.
		Operativos	Operación de caminos, carga y descarga de bienes o programación de servicios.
		Fluentes	Demanda y oferta, estadísticas, planes a ejecutar o calidad de servicio.

Tabla 3. Ejemplos de componentes físicos y no físicos en el transporte. Fuente: elaboración propia a partir de (Islas & Lelis, 2007).

En la Figura 16, se muestra cómo los diferentes componentes del sistema de transporte urbano se dividen y se conectan, desde un nivel regional hasta los elementos individuales que lo componen. Todos estos trabajan juntos para alcanzar un objetivo común. Aunque existen más componentes en el transporte urbano, en la Figura 16 solo se muestran algunos ejemplos del transporte público (RRT y LRT¹⁰), paratransito¹¹, transporte privado y transporte de bienes.

¹⁰ RRT es la abreviación en inglés de Rail Rapid Transit, y LRT es la abreviación en inglés de Light Rail Transit, los cuales se traducen como Tren de Tránsito Rápido y Tren Ligero de Tránsito, respectivamente.

¹¹ El paratransito es un servicio de transporte público que se distingue por ser flexible, ya que no sigue horarios ni rutas establecidas, donde los usuarios tienen diferentes orígenes y destinos.

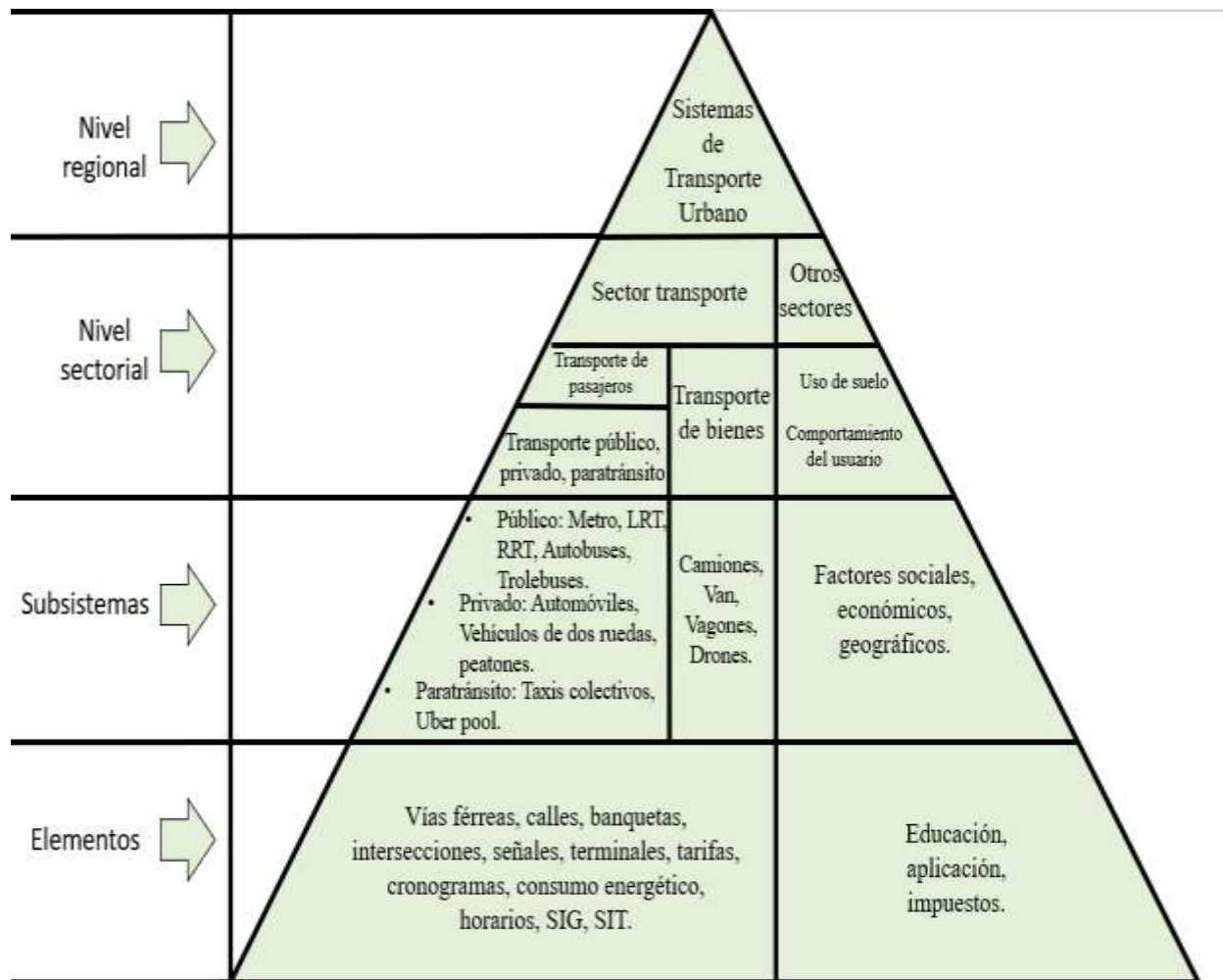


Figura 16. Componentes de los sistemas de transporte urbano. Fuente: elaboración propia a partir de (Ponnuswamy & Johnson, 2012).

1.8 IMPACTOS DEL TRANSPORTE

Dependiendo el enfoque empleado, el transporte tiene diversos impactos que pueden ser positivos o negativos, directos o indirectos. Debido a esta contraparte de los impactos de los sistemas de transporte, es necesario analizar si los proyectos futuros o actuales, tienen más impactos positivos que negativos. Dentro de los impactos del transporte, se encuentran dos tipos; los económicos y los sociales. La Tabla 4 (Islas & Lelis, 2007) presenta una clasificación de los principales impactos económicos y sociales del transporte.

Impactos	Económicos	Positivos		
		Indirectos	Directos	
	Económicos	Positivos	Indirectos	<ul style="list-style-type: none"> • Mejorar la velocidad y capacidad, permite ahorros sustanciales de tiempo, tanto de horas-hombre, como de horas-máquina. • Permite la explotación y regulación de los recursos naturales. • La duración de la infraestructura provoca ahorros a largo plazo.
			Directos	<ul style="list-style-type: none"> • Un nivel de inversión alto en el transporte, provoca un incremento en la producción, y esto a su vez, motiva nuevas inversiones. • Provoca crecimiento económico en la zona de influencia. • Mejora la utilización de recursos de una sociedad.
		Negativos	Directos	<ul style="list-style-type: none"> • Deterioro de infraestructura, de vehículos y de mercancía por mal uso. • Daño al medio ambiente por ruido, polución atmosférica, vibración, y toda alteración ecológica. • Cambio constante de infraestructura para superar su obsolescencia.
			Indirectos	<ul style="list-style-type: none"> • Durante la construcción o fabricación causa daños y molestias a terceros. • En regiones subdesarrolladas, se tiene dependencia de las tecnologías de las áreas desarrolladas, lo que condiciona su economía. • Cuando los servicios de transporte se desarrollan sin control generan procesos económicos y necesidades que después no pueden satisfacer.
	Sociales	Positivos	Directos	<ul style="list-style-type: none"> • Promueve la homogeneidad de las condiciones de vida de los grupos humanos, facilitando la integración de los pueblos. • Puede permitir dedicar más tiempo al descanso y a la cultura. • El transporte, es productor de satisfactores y facilidades destinadas al bienestar y comodidad social.
			Indirectos	<ul style="list-style-type: none"> • Modifica los patrones urbanos y rurales decrecimiento. • Los problemas comunes y simultáneos se conocen e identifican, lo que motiva la agrupación de los afectados para resolverlos en conjunto. • Permite la descentralización de las funciones e instalaciones.
		Negativos	Directos	<ul style="list-style-type: none"> • Las pérdidas de tiempo que merman el tiempo dedicado al descanso. Además, provocan malestar entre los usuarios. Dicho malestar lo proyectan, en otras actividades, con lo que se perjudica la productividad. • La baja rentabilidad de algunos sistemas hace que los capitales no fluyan hacia ciertas zonas, formando un ciclo negativo, pues tales zonas quedan sumidas en el atraso. • Al mejorar el transporte, frecuentemente se desplaza mano de obra contribuyendo al desempleo.
			Indirectos	<ul style="list-style-type: none"> • Al masificar al usuario, y al irrumpir en sus espacios culturales, cambia los rasgos distintivos del individuo. • Al deteriorar el medio ambiente, crean necesidades y gastos irracionales. Además, distraen la atención de las actividades productivas. • Provoca procesos de migración y concentración humana con trastornos al sistema económico y social.

Tabla 4. Principales impactos económicos y sociales del transporte. Fuente: elaboración propia a partir de (Islas & Lelis, 2007).

I.9 EMPRESAS PÚBLICAS Y PRIVADAS DE TRANSPORTE

Una empresa es una organización que se dedica a realizar actividades económicas dirigidas a la producción o al intercambio de bienes y servicios. Enfatizando que, uno de los objetivos básicos de una empresa es obtener utilidad sobre la inversión realizada. Los tipos de administración en el transporte urbano más comunes son: públicos, privados, mixtos e individuales (persona-camión). Considerando la administración pública y privada, es importante recalcar la diferencia entre éstas. A continuación, se presentan las principales diferencias entre las empresas privadas y públicas.

- El Estado tiene la titularidad de las empresas públicas, mientras que el titular de la empresa privada puede ser una persona física¹² o persona moral¹³.
- El patrimonio de la empresa pública está integrado por los recursos públicos que brinda el Estado, mientras que para las empresas privadas son aportaciones de los particulares.
- El objetivo principal de la empresa pública es beneficiar el interés colectivo, mientras que el objetivo principal de la empresa privada son las utilidades.
- La empresa pública está formada por dos regímenes jurídicos, el público y el privado, mientras que la empresa privada solo por el régimen privado.

El transporte urbano de pasajeros, se considera en la mayoría de los casos, como un servicio público. Las empresas de transporte (ya sean privadas o públicas) al momento de llevar a cabo actividades con base en las necesidades e intereses de la colectividad, están sujetas a un régimen de derecho público. Por lo tanto, el servicio que llegan a prestar está comprendido dentro de las funciones propias del Estado.

Por otro lado, la empresa mixta cuenta con las ventajas de la empresa pública (prestación eficiente del servicio) y de la empresa privada (control de costos y obtención de utilidades). Sin embargo, su gran problemática es el conflicto de intereses. Algunas empresas se inclinan a darle más peso a los objetivos públicos y otras empresas a los objetivos privados. Por ejemplo, el Tren Suburbano de la Ciudad de México es operado por Ferrocarriles Suburbanos, siendo los inversores el Fondo Nacional de Infraestructura (Fonadin) (empresa pública), Construcciones y Auxiliares de Ferrocarriles (CAF) (empresa privada) y Omnitren (empresa privada).

La empresa hombre-camión consiste en que un individuo obtiene una o varias concesiones o permisos para dar servicios de transporte. Este individuo administra y opera de acuerdo a sus propios conceptos y necesidades. En ocasiones el individuo opta por organizarse en alianzas, grupos o sindicatos para tratar asuntos generales¹⁴ con las autoridades correspondientes. Un ejemplo claro de empresa hombre-camión son los repartidores de gas LP. En este caso, los

¹² Para fines fiscales, una persona física es un individuo que realiza una actividad económica, teniendo derechos y obligaciones (SAT, s.f.).

¹³ Para fines fiscales, una persona moral es el conjunto de personas físicas unidas para la realización de un fin colectivo. La persona moral no tiene una realidad material, sin embargo, la ley les otorga capacidad jurídica para tener derechos y obligaciones (SAT, s.f.).

¹⁴ Dentro de los asuntos generales se tratan tarifas, modificaciones a rutas, nuevas unidades, programas de administración y operación, entre otros.

propietarios de las pipas también llevan a cabo el reparto, a menudo mediante acuerdos informales o contratos verbales.

Los tipos de administración de las empresas tienen sus ventajas y desventajas. En la Tabla 5 se plasman las más importantes. Otro tipo de empresa, que no se muestra en la Tabla 5, son las empresas piratas, las cuales operan en la clandestinidad al no estar reguladas por el gobierno. Estas empresas generalmente son del esquema-hombre camión y ofrecen servicios como repartición de bienes (pipas pirata) y traslado de personas (taxi pirata).

Tipo de administración	Ventajas	Desventajas
Empresa pública	<ul style="list-style-type: none"> • Su objetivo es la prestación de un servicio eficiente al menor costo posible. • Existe recolección y análisis estadístico de información operativa. • Las unidades se rotan conforme a las necesidades. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los presupuestos resultan deficitarios, aumentando los subsidios. • En ocasiones se deja de lado la necesidad técnica para priorizar la necesidad política. • En ocasiones el personal es removido con facilidad.
Empresa privada	<ul style="list-style-type: none"> • Se establecen y vigilan los parámetros de eficiencia y rentabilidad con frecuencia. • Se busca continuamente la baja de costos. • Tiene una estructura organizacional operativa mínima. 	<ul style="list-style-type: none"> • Da mayor importancia a la utilidad que al servicio. • En ocasiones se descuidan los parámetros del servicio que presta. • Se limitan los planes de inversión al no tener una seguridad en las concesiones.
Empresa mixta	<ul style="list-style-type: none"> • Conserva las ventajas de las empresas privadas y públicas. • Al tener ambas administraciones, se tiene un mayor panorama de las problemáticas. • Complementa las deficiencias que tiene una administración única. 	<ul style="list-style-type: none"> • Conserva las desventajas de las empresas privadas y públicas. • Ocurren conflictos de intereses al tener objetivos principales diferentes.
Empresa hombre-camión	<ul style="list-style-type: none"> • Costos bajos y controlados por ellos mismos. • Relación directa entre el propietario y el operador. 	<ul style="list-style-type: none"> • No hay políticas generales, ni información estadística. • No hay programas estandarizados en el mantenimiento.

Tabla 5. Ventajas y desventajas de las empresas públicas, privadas, mixta y hombre-camión. Fuente: elaboración propia a partir de (Molinero & Sánchez, 2005).

I.10 LEYES E INSTITUTOS REGULADORES EN MÉXICO

La regularización y control del transporte se puede dar a dos niveles, tanto Federal como Estatal. Por lo que los Estados y la Federación deben trabajar en conjunto para hacer un buen

análisis de las legislaciones. Se debe recordar que las leyes cuentan con características fundamentales, como lo son: generalidad¹⁵, obligatoriedad¹⁶, irretroactividad¹⁷ y abstracción¹⁸.

Además de las Leyes, también existen Reglamentos, pero, ¿cuál es la diferencia? La principal diferencia es que las Leyes establecen las bases generales y los Reglamentos funcionan como complementos de las Leyes, perfeccionando y detallando los aspectos de las mismas. Además, por su origen, las Leyes las genera el Poder Legislativo, mientras que los Reglamentos el Poder Ejecutivo (Molinero & Sánchez, 2005).

Dentro del transporte, además de la legislación producida, se requieren instancias o autoridades que participen en colaboración con otras autoridades administrativas y jurídicas para regular la correcta aplicación de la legislación. Dichas autoridades, tienen diversas Secretarías además de Institutos públicos, como:

- Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT).
- Instituto Mexicano del Transporte (IMT).

La SICT y el IMT trabajan a nivel federal, teniendo aportaciones en todo el país. La SICT busca promover sistemas de transporte y comunicaciones seguras, eficientes y competitivas, mediante el fortalecimiento del marco jurídico, definición de políticas públicas y diseño de estrategias (SICT, 2016). El IMT busca proveer soluciones al sector transporte y logístico en México, que garanticen su calidad, seguridad y sustentabilidad a través de investigación aplicada, servicios tecnológicos y de laboratorio, producción de normas, manuales y metodologías, entre otras acciones (IMT, s.f.).

Cada estado tiene organizaciones públicas las cuales también apoyan la movilidad en sus respectivos estados. Por ejemplo, en Querétaro se encuentra el Instituto Queretano del Transporte, en Morelos está la Secretaría de Movilidad y Transporte, y en San Luis Potosí se encuentra la Secretaría de Comunicaciones y Transportes de San Luis Potosí.

La legislación del transporte en México parte de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la cual regula dos aspectos básicos: los derechos del humano y la organización del Estado.

De la Constitución surgen leyes secundarias a nivel federal y estatal que regulan el sector transporte. A continuación se enuncia estas leyes secundarias:

- Federales:
 - Ley de Puertos
 - Ley de Aviación civil
 - Ley de Navegación
 - Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal
 - Ley Orgánica de la Administración Pública Federal

¹⁵ Generalidad: que se aplica a todos por igual, sin excepciones.

¹⁶ Obligatoriedad: que se deben cumplir, siendo que la ignorancia de la misma no libera de su cumplimiento.

¹⁷ Irretroactividad: que se aplica a partir de su vigencia.

¹⁸ Abstracción: que señala situaciones abstractas generales y no en particular.

- Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario
- Estatales:
 - Reglamentos relativos al tránsito y transporte público
 - Ley de Desarrollo Urbano (o su equivalente)
 - Constitución Política de cada Estado

Resultado de las reformas a la Constitución en 1982, el artículo 115 establece que, cuando sea necesario y bajo el dictamen de las leyes, los municipios tendrán a su cargo la seguridad pública y el tránsito (Molinero & Sánchez, 2005). Del Artículo 8 de la Ley de Vías Generales de Comunicación y del Artículo 36 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal se desprende que en materia federal, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes compete el otorgamiento de concesiones para la prestación del servicio público de transporte (Molinero & Sánchez, 2005).

I.11 ESTUDIOS DE TRANSPORTE E INFORMACIÓN AL PÚBLICO

Generalmente para efectuar los estudios de transporte existen dos fases. La primera fase, consiste en definir la información que se requiere para llevar a cabo el proyecto. La segunda fase, consiste en revisar y analizar la información recabada para verificar que las condiciones iniciales del servicio sigan vigentes.

La información recabada varía con el proyecto y depende fundamentalmente; del tamaño y tipo de sistema que opera, los objetivos específicos de la administración y los requerimientos para la elaboración de los informes. Basándose en los requerimientos, se encuentra qué información es útil para la administración del servicio de transporte y qué información es útil para generar informes o evaluaciones periódicas. A continuación, se detalla cada tipo de información:

- **Información para la administración del servicio:** Esta información es a nivel ruta, tramo o parada. La información a obtener puede ser del tipo:
 - Longitud de la ruta y distancias de tramos y entre paradas.
 - Velocidad comercial y de operación.
 - Demanda total de viajes.
 - Ascensos pagados totales (solo transporte pasajeros).
 - Patrones de viaje del usuario (solo transporte pasajeros).
 - Índice de transbordos (solo transporte pasajeros).
 - Condiciones de tránsito (estacionamiento, nivel de servicio, cruces, entre otros).
- **Información a nivel sistema.** Esta información es a nivel red de transporte, donde la información a obtener puede ser del tipo:
 - Pasajeros-kilómetros o Toneladas-kilometro en el sistema, en una base anual.
 - Hora de inicio y terminación del servicio.

- Fechas de eventos especiales.
- Reglamentos laborales.
- Viajes directos de los usuarios (solo transporte pasajeros).

Existen diversas técnicas usadas para la recolección de información, algunas son manuales y otras usan aparatos electrónicos sofisticados. A continuación, se presentan descripciones de algunos estudios relevantes para el transporte urbano.

- **Abordaje:** Los usuarios que abordan las unidades son contabilizados, dividiéndose por tipos de tarifas generalmente (solo transporte público).
- **Ascenso y descenso:** En cada parada, se contabilizan la cantidad de pasajeros que suben y bajan, tomando los tiempos de llegada a puntos establecidos (solo transporte público).
- **Conteo de ingresos:** Se contabilizan los ingresos totales obtenidos al final de cada recorrido (solo transporte público).
- **Conteo de transbordos:** Se contabilizan los transbordos que se efectúan en cada punto de transbordo importante.
- **Demanda puntual:** Se contabilizan los usuarios abordo de las unidades que pasan por la sección de máxima demanda por unidad de tiempo (solo transporte pasajeros).
- **Encuesta:** Consiste en una gran variedad de técnicas donde se hacen preguntas al usuario. Para obtener información sobre los niveles de servicio, requerimientos, sugerencias, orígenes, destinos, condiciones socioeconómicas y demográficas.
- **Lectura de cajas colectoras:** Es para unidades que cuenten con este equipo, donde toma la lectura de los contadores.
- **Velocidades y demoras.** Se contabilizan las demoras a lo largo de la ruta, además de revisar los tiempos de paso por puntos establecidos.

Las empresas o entidades que se dedican al transporte requieren información acerca de los usuarios (por ejemplo, encuestas de viaje). Los usuarios, a su vez, requieren que las empresas o entidades que operan el transporte y vías de comunicación les brinden información del sistema que administran, como: ubicación de estaciones, horarios, costos, velocidades, rutas, interrupciones en el servicio, bloqueos, monitoreo de las unidades, conexiones con otros modos, estacionamientos para vehículos privados, entre otros. Existen diferentes tipos de información que permiten la comunicación entre las empresas/entidades con el usuario, siendo las más comunes; la comunicación visual (señalamientos), comunicación verbal, impresa e interacción automática con el usuario. Aunque, no es necesario brindar todos estos tipos de información en cada punto de la red de transporte, cada tipo de información debería de interrelacionarse y complementarse para lograr una buena comunicación con el usuario.

En los sistemas de transporte público urbano, el tipo de información requerida, la ubicación de la información y la forma en que se distribuye dicha información son componentes que trabajan en conjunto para brindar al usuario la información sobre dichos sistemas. Por otro lado, se deben conocer los diferentes tipos de usuarios de los sistemas de transporte público, ya que cada usuario tiene necesidades diferentes con respecto a la información, ubicación y forma de

difusión que requieren. Según Molinero & Sánchez (2005) los usuarios se pueden dividir en los siguientes grupos:

- Usuario regular en su ruta cotidiana: Es aquel usuario que con frecuencia utiliza la misma ruta de transporte público. Por ejemplo, los trabajadores y estudiantes suelen abordar las mismas rutas diariamente.
- Usuario regular en ruta nueva: Es aquel usuario que con frecuencia usa el transporte público, pero que en alguna ocasión tiene la necesidad de viajar a una zona desconocida. Por ejemplo, cuando una persona se traslada en transporte público para visitar un museo nuevo.
- Usuarios potenciales: Es aquel grupo que no usa las redes de transporte público, pero que son habitantes de la ciudad. Por ejemplo, las personas que usan vehículos privados para transportarse dentro de la ciudad.
- Turista: Son visitantes temporales y desconocen tanto la ciudad como sus redes de transporte. Por ejemplo, las personas que realizan viajes interurbanos.

En la Tabla 6 se puede observar el tipo, la ubicación y la forma de difusión de la información que requiere cada tipo de usuario del transporte público urbano. Además, es importante resaltar cómo las redes sociales e internet tienen un impacto significativo al difundir información en tiempo real a los usuarios.

Grupo de usuarios	Tipo de información requerida	Ubicación de la información	Formas de difusión de la información
Usuario regular en ruta cotidiana	Mapa de la red	Paradas, estaciones	Señales, marcas y símbolos
Usuario regular en ruta nueva	Mapa de la red + mapa de la ruta	Vehículos	Folletos, mamparas, carteles
Usuario potencial	Mapa de la red + mapa de la ruta + itinerario + tarifa	Terminales, bancos, tiendas, oficinas	Folletos, mapas, teléfono
Turista	Mapa de la red + mapa de la ruta + itinerario + tarifa + transbordos	Hoteles y otros sitios públicos	Folletos, mapas, prensa, revistas

Tabla 6. Grupos de usuarios y sus necesidades de información. Fuente: elaboración propia a partir de (Molinero & Sánchez, 2005).

I.12 BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA DEL CAPÍTULO

Banobras (2010). Proyecto de transformación del transporte urbano (*PTTU*). *Marco de salvaguarda ambiental y social para el transporte urbano (MASTU)*. Secretaría de Hacienda y Crédito Público, México.

Facultad de Ingeniería (s.f.). *Cátedra: Transporte. Unidad 01: Medios de transporte urbano*. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza, Argentina.

- Fricker, Jon D. (2004). *Fundamentals of Transportation Engineering. A Multimodal Systems Approach*. Pearson Prentice Hall. New Jersey
- Islas Rivera, V. & Lelis Zaragoza, M (2007). *Análisis de los sistemas de transporte. Voll: Conceptos básicos*. Instituto Mexicano del Transporte (IMT). Querétaro, México.
- Islas, V., Hernández, S., Lelis, M., Arroyo, J. & Ruvalcaba, J. (2012). *Caracterización de la movilidad (urbana e interurbana) y el transporte de pasajeros en México*. Instituto Mexicano del Transporte, Querétaro, México (Islas Rivera et al., 2012)
- Papacostas, C. S (2007). *Transportation Engineering and Planning*. Pearson/Prentice Hall. New Jersey. 3rd ed.
- Rodrigue, Jean-Paul (2020). *The geography of transport systems*. Routledge. 5th ed
- Rodríguez López, J. & Navarro Benítez, B. (1999). *El transporte urbano de pasajeros de la Ciudad de México en el siglo XX*. Comité Editorial del Gobierno del Distrito Federal. México.
- Teodorovic, D. & Janic, M. (2017). *Transportation Engineering: theory, Practice, and Modeling*. Elsevier. Reino Unido.
- William, W (1961). *An introduction to transportation engineering*. John Wiley & Sons. 2nd ed. USA.

II. LOS MEDIOS DE TRANSPORTE DE PASAJEROS

II.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS DIVERSOS MEDIOS DE TRANSPORTE DE PASAJEROS

En este capítulo se presentan las características de diversos modos de transporte. Primero se plasman características que pueden ser comparables entre los diversos modos, y posteriormente características puntuales. Se comienza mostrando el tipo de vía, la capacidad, la accesibilidad, entre otros. Por último, se presentan características puntuales como seguridad, problemáticas, espacio requerido para operar, entre otras.

Antes de continuar, es importante recordar el término de accesibilidad, definido en el Capítulo I.7, y enfatizar su diferencia con facilidad de acceso. La accesibilidad evalúa la facilidad con la que los usuarios de los sistemas de transporte pueden interactuar con una zona. Este concepto puede llegar a ser ambiguo y cualitativo, por lo que, se hace la siguiente definición, basada en la frecuencia de paradas:

- Accesibilidad baja: Paradas muy separadas. Por ejemplo, tren suburbano.
- Accesibilidad media-baja: Paradas separadas. Por ejemplo, sistemas BRT.
- Accesibilidad media-alta: Paradas frecuentes. Por ejemplo, microbuses.
- Accesibilidad alta: Paradas continuas. Por ejemplo, peatones.

A su vez, es fundamental aclarar los términos que se usarán para clasificar longitudes en sistemas de transporte de pasajeros. De acuerdo con Conde (1974) se establecen las siguientes longitudes:

- Muy cortas: hasta tres kilómetros.
- Cortas: de tres a diez kilómetros.
- Regulares: de diez a cuarenta kilómetros.
- Medias: de cuarenta a cien kilómetros.
- Largas: más de cien kilómetros.

A continuación, se muestran características de los modos de transporte urbano de pasajeros:

- **Peatón:** Caminar fue el primer modo de transporte de la humanidad. En la actualidad, no hay viaje que no requiera caminar, aunque sea una distancia muy corta. Algunas características de este modo de transporte son:
 - Los peatones transitan en vías tipo C. Requiere poca inversión, pública y privada, en comparación con los demás modos. La infraestructura que requieren los peatones se hace durante la construcción de la mayoría de las vialidades urbanas.
 - Es el servicio de transporte más directo de puerta a puerta, brindando una accesibilidad alta.
 - Sus longitudes son muy cortas a cortas.
 - Caminar tiene un impacto ambiental positivo.

- Caminar no es un modo veloz. Una caminata regular implica recorrer 1.6 kilómetros entre 15 y 20 minutos. Una persona caminando a un paso normal y constante, tiene aproximadamente una velocidad de 5 km/h (Grava, 2004).
 - Este modo de transporte no tiene cuotas o costos de viaje.
 - Caminar es una forma de hacer ejercicio y beneficia la salud de las personas.
 - Es un modo de transporte que siempre está disponible.
 - Las tendencias de caminar como modo de transporte varían de acuerdo con la edad del usuario (Macioszek et al., 2022).
 - Los cambios de elevaciones y el clima afectan el rendimiento de las personas.
 - Los peatones deben cargar con sus pertenencias durante todo el trayecto.
 - La seguridad, tanto de accidentes como de delitos, es algo que afecta a los peatones en países en subdesarrollados o en vías de desarrollo.
 - Existen grupos de personas que tienen problemas de movilidad.
- **Bicicleta y patín eléctrico:** La bicicleta y el patín eléctrico son modos de transporte eficientes en el uso del espacio, uso de energía y un mínimo impacto ambiental negativo. El uso compartido de estos modos de transporte bajo una tarifa establecida (por ejemplo, el programa EcoBici para bicicletas y Grin para patines eléctricos) ha contribuido al aumento del su uso, pues le da acceso a las personas que no cuentan con una bicicleta o patín propio (Robles, 2016). En la Figura 17 se muestra una bicicleta de montaña, que es común encontrar en la Ciudad de México. Algunas características de estos modos de transporte son:
 - Las bicicletas y patines eléctricos transitan en vías tipo C. Sin embargo, las vías tipo B son las más adecuadas para estos modos de transporte. Esto último se debe a que se presentan riesgos al coexistir con modos de transporte motorizados debido a las diferencias de tamaño y velocidad.
 - Generalmente estos modos de transporte solo pueden transportar al conductor.
 - Excepto por caminar, es el transporte más directo de puerta a puerta, brindando una accesibilidad alta.
 - Sus longitudes son muy cortas a cortas. Después de cierta distancia, el cuerpo humano tiende a fatigarse. Por ejemplo, los neoyorquinos usan los servicios de bicicletas compartidas para viajes menores a seis kilómetros. En viajes más largos, prefieren usar otros modos (Faghieh-Imani et al., 2017).
 - Las bicicletas y patines eléctricos tienen un impacto ambiental positivo y un bajo consumo de energía.
 - Un ciclista promedio, viaja a 20 km/h (Tracks Bikefriendly, s.f.).

- Los costos de las bicicletas y patines compartidos varían de acuerdo a la ciudad y empresa que los administra.
- Las bicicletas y patines no requieren poco esfuerzo físico debido a su peso ligero.
- Es un modo de transporte saludable ya que el usuario se ejercita.
- La modalidad compartida de estos modos no tiene tarifas altas, se pueden recoger y dejar en estaciones establecidas, o dentro de una zona.
- No toda la población sabe o puede hacer uso de este modo.
- En varias zonas, no hay infraestructura (vías y estacionamientos) necesaria para su correcta operación.
- Representa un riesgo físico debido a caídas o choques.
- El clima y las elevaciones representan dificultades para su circulación.
- Uno de los problemas del uso compartido, es que no siempre usarás la misma bicicleta, por lo cual el usuario debe poder adaptarse a la bicicleta asignada.



Figura 17. Bicicleta. Fuente: elaboración propia.

- **Motocicleta:** La motocicleta es un vehículo de dos ruedas frecuentemente usado por su eficiencia, versatilidad y bajo precio en comparación con otros vehículos de combustión interna. Este vehículo ofrece diversas opciones, las cuales se adaptan a las necesidades de cada usuario. Por ejemplo, se tienen motocicletas con motores de combustión interna, motores eléctricos o híbridos. Hay motocicletas con capacidad de alcanzar distintas velocidades, motocicletas todoterreno, entre otras. Dependiendo del tipo de motocicleta, estos pueden alcanzar grandes velocidades, pero su velocidad está limitada por la

congestión y por las leyes de movilidad y seguridad vial. Algunas características de este modo de transporte son:

- Las motocicletas transitan en vías tipo C.
 - Pueden transportar al conductor y un acompañante. Sin embargo, hay variaciones en los modelos los cuales permiten transportar más personas.
 - Brindan una accesibilidad alta.
 - Sus longitudes varían entre muy corta a media.
 - En la Ciudad de México las motocicletas pueden transitar a una velocidad aproximada de 30, 50 u 80 kilómetros por hora, dependiendo de la vialidad.
 - Las motocicletas tienen una mayor eficiencia en el uso de combustible comparado con otros modos con motores de combustión interna.
 - No requieren mucho espacio para transitar ni para estacionarse.
 - Tienen una buena maniobrabilidad en el tránsito.
 - Baja protección contra accidentes.
 - Índices delictivos altos. Entre enero y mayo de 2023, en la Ciudad de México, se presentaron ochocientas cinco carpetas de investigación debido al robo de motocicletas sin violencia. (Mejía, 2023).
 - Los precios de las unidades no son accesibles para toda la población.
- **Automóvil:** Los automóviles son vehículos con cuatro ruedas y que cuentan con un motor ya sea de combustión interna, eléctrico o híbrido. En los últimos años, el parque vehicular ha aumentado considerablemente en ciudades de México, lo que ha generado problemas de congestión. Dependiendo del tipo de automóvil, estos pueden alcanzar grandes velocidades, pero su velocidad está limitada por la congestión y las leyes de movilidad y seguridad vial. En la Figura 18 se observan dos automóviles privados. Algunas características de este modo de transporte son:
 - Los automóviles transitan en vías tipo C.
 - Dependiendo el modelo, tienen capacidad de transportar entre 2 y 7 pasajeros.
 - Brindan una accesibilidad alta.
 - Sus longitudes son cortas a largas.
 - Los automóviles tienen un impacto ambiental negativo, generan el 18% de las emisiones de CO₂ (Velásquez, s.f.).
 - En la Ciudad de México pueden transitar a una velocidad aproximada de 30, 50 u 80 kilómetros por hora, dependiendo el tipo de avenida.
 - Los vehículos tienen un precio alto, el cual no es accesible para toda la población. Además, se deben considerar los costos de combustible y mantenimiento.

- Son vehículos cómodos y convenientes. Además, brindan privacidad y buena capacidad para transportar pertenencias.
- Servicio personalizado y flexible.
- Están involucrados en un elevado número de accidentes viales. Los accidentes en automóvil son una de las diez principales causas de muerte en el país. (INEGI, 2018).
- Ocupan mucho espacio en las vialidades.
- Generan contaminación auditiva.
- Tiene un alto consumo energético.



Figura 18. Automóviles privados. Fuente: elaboración propia.

- **Paratránsito:** El paratránsito brinda una alternativa de transporte con rutas y horarios flexibles. Los vehículos son compartidos entre personas que tienen una ruta en común. Algunos ejemplos de este modo son el transporte corporativo, los taxis colectivos ubicados en Ciudad Universitaria y el Pumacar. Otro ejemplo es el Transporte Universitario del ITESO ubicado en Guadalajara. En la Ciudad de México existe el paratránsito, pero no está regulado por el gobierno. Este modo de transporte se caracteriza por brindar un servicio directo y que se adapta a las necesidades del usuario. Por lo general, este tipo de transporte es mediante automóviles, camionetas o furgonetas de pasajeros. Algunas características de este modo de transporte son:
 - El paratránsito transita sobre vías tipo C.
 - La capacidad varía dependiendo el modelo del vehículo.
 - Brinda una accesibilidad variable ya que se adapta a las necesidades de la ruta y del usuario.
 - Sus longitudes son entre cortas a medias.

- Debido a que varias personas comparten el vehículo, contribuye a reducir la congestión vial, así como, el consumo de combustible, por lo que genera un menor impacto ambiental que los vehículos privados.
- La velocidad máxima de este modo de transporte está limitada por las leyes y reglamentos de cada ciudad.
- El costo del viaje es inferior al taxi, pero superior al transporte público.
- Brinda un servicio de calidad pues los vehículos no van saturados.
- Se brinda agilidad y flexibilidad a los trayectos de los pasajeros.
- **Transporte escolar:** El transporte escolar es una rama del paratransito, ya que las escuelas generan rutas y horarios de transporte con base en las necesidades de los alumnos. Este modo utiliza vehículos como furgonetas de pasajeros, microbuses y autobuses. Tiene características similares al paratransito. Algunas particularidades adicionales de este modo de transporte son:
 - El transporte escolar transita sobre vías tipo C.
 - La capacidad varía dependiendo el modelo del vehículo.
 - Brinda una accesibilidad alta.
 - Sus longitudes son cortas a medias.
 - La velocidad de estos vehículos es baja, debido a la gran cantidad de paradas que suelen hacer.
 - Las tarifas no son elevadas, siendo más barato que un taxi, pero más caro que el transporte público.
 - Al solo ser usado por alumnos, se tiene una mayor seguridad ante delitos.
 - En los trayectos hacia la escuela, no se realizan descensos, y en los trayectos desde la escuela no se realizan ascensos, lo que reduce tiempos de traslado.
 - Contribuye a la socialización de los usuarios.
- **Taxi:** El taxi es un modo de transporte público que tiene una tarifa que varía de acuerdo a la distancia y el tiempo. La mayoría de los taxis son vehículos de 4 ruedas que transportan hasta cuatro pasajeros y al conductor. También existen servicios de taxi en bicicleta y motocicleta. En la Ciudad de México existen diferentes tipos de taxis que tienen diferentes características, como lo son:
 - Taxi de base: Estos taxis tienen una base en un punto establecido donde los usuarios pueden abordar las unidades.
 - Taxi de calle: Estos vehículos no se encuentran en un punto establecido ya que va circulando por las calles hasta encontrar pasajeros.
 - Radiotaxi: Son vehículos que pueden solicitarse mediante una llamada telefónica o por un mensaje de texto.

- Mototaxi: Son motocicletas acondicionadas con una cabina. Por lo general, este vehículo es usado para transportarse en distancias muy cortas a cortas. En algunas zonas de la Ciudad de México el servicio no está regulado. En la Figura 19 se muestra una motocicleta adaptada con una calandria para realizar el traslado de pasajeros.
- Bicitaxi: Son bicicletas acondicionadas con una cabina. Por lo general, este vehículo es usado para transportarse en distancias muy cortas, pues las condiciones geográficas y el clima afectan el servicio. La velocidad alcanzada con este modo es baja en comparación con los otros tipos de taxi. Los taxis tienen tarifas elevadas comparadas con el transporte público. Sin embargo, las tarifas de los mototaxi y bicitaxi suelen ser más accesibles. En la Figura 20 se observa una bicicleta adaptada con una calandria usada para el transporte de pasajeros.



Figura 19. Bicitaxi con calandria. Fuente: elaboración propia.



Figura 20. Mototaxi con calandria. Fuente: elaboración propia.

- **Autobús y microbús:** Este modo de transporte público brinda una gran variedad de rutas, horarios flexibles, y una frecuencia alta. La diferencia entre un autobús y un microbús es el tamaño y capacidad de la unidad, siendo que el microbús es más pequeño. Los autobuses pueden encontrarse en todas las ciudades de México. En las Figuras 21 y 22 se muestran un microbús y un autobús respectivamente. Algunas características de este modo de transporte son:
 - Los autobuses y microbuses transitan en vías tipo C.
 - Los microbuses cuentan con una capacidad para trasladar 24 personas sentadas y 10 de pie, mientras que el autobús puede trasladar 40 personas sentadas y 20 de pie (Datanoticias, 2019).
 - Brindan una accesibilidad media-alta.
 - Las longitudes son muy cortas a regulares.
 - No es un modo de transporte con grandes velocidades. La gran cantidad de paradas que realizan vuelven el tiempo de recorrido más largo.
 - Tiene tarifas accesibles para la población, que varían dependiendo de la distancia.
 - Tiene rutas establecidas y conectadas, lo que proporciona una gran accesibilidad.
 - El usuario experimenta una comodidad limitada (es posible que viaje parado), lo que puede reducir el nivel de servicio.
 - Los microbuses en la Ciudad de México, además de contar con paradas y paradas establecidas, suelen permitir que los usuarios suban o bajen en cualquier esquina de una calle o avenida.



Figura 21. Microbús. Fuente: elaboración propia.



Figura 22. Autobús. Fuente: elaboración propia.

- **BRT:** El Bus Rapid Transit (BRT) es un sistema de transporte público, caracterizado por combinar características de autobús y tren ligero. En el caso de la Ciudad de México, el sistema BRT cuenta vehículos articulados y de doble piso en algunas rutas. En México, hay varias ciudades que cuentan con BRT, como: la Ciudad de México, Estado de México, León, Pachuca, Puebla, Chihuahua, Guadalajara, Monterrey y Ciudad Juárez. Algunas características de este modo son:

- Los BRT transitan en vías tipo B. Es un modo de transporte semiconfinado con cruceros a nivel.
 - La capacidad de los vehículos varía dependiendo de la ruta y de los vehículos. Por ejemplo, hay rutas con BRT de dos pisos, que tienen una capacidad de 130 pasajeros (Datanoticias, 2019). Por otra parte, el Mexibús (Estado de México) tiene una capacidad de 164 pasajeros (Datanoticias, 2019).
 - Brinda una accesibilidad media-baja.
 - Las longitudes son muy cortas a medias.
 - Es un modo de transporte más rápido que los microbuses y autobuses.
 - Tiene tarifas fijas de prepago que son accesibles.
 - Usan sistemas de control de tráfico, como semáforos inteligentes y monitoreo en tiempo real.
 - Se caracterizan por tener plataformas para sillas de ruedas, lo que mejora la facilidad de acceso.
- **Trolebús:** Es un vehículo eléctrico, el cual está conectado a cables con corriente eléctrica (suspendidos sobre la vía) mediante un trole. En México, este modo de transporte solo se encuentra en la Ciudad de México. En la Figura 23 se muestra un trolebús conectado al cableado eléctrico mediante el trole. Algunas características de este modo de transporte son:
 - Los trolebuses transitan en vías tipo A y B.
 - Su capacidad varía entre los 85 y 142 pasajeros.
 - Brinda una accesibilidad media-alta.
 - Sus longitudes son muy cortas a medianas.
 - Tienen un impacto ambiental negativo menor en comparación con otros modos de transporte público con motores de combustión. Además, no generan contaminación sonora.
 - Tiene tarifas establecidas que no varían con la distancia de viaje.
 - Requieren infraestructura eléctrica especial para poder funcionar. Sin embargo, hay trolebuses que cuentan con baterías que tienen una autonomía de hasta 75 kilómetros (STE, 2020).
 - Cuenta con facilidades de acceso para sillas de ruedas.



Figura 23. Trolebús. Fuente: elaboración propia.

- **Tren ligero:** El tren ligero es un modo de transporte con características similares al tranvía y los trenes tradicionales. En México, este modo de transporte puede encontrarse en la Ciudad de México. En la Figura 24 se muestra el tren ligero de la Ciudad de México, el cual recorre de Taxqueña hasta Xochimilco. Algunas características de este modo son:
 - Transita en vías tipo B. Es un modo de transporte semiconfinado con cruces a nivel.
 - Las unidades tienen una capacidad mayor que el trolebús y BRT pero menor que el metro.
 - Brinda una accesibilidad media-baja. Cuenta con estaciones terminales, de paso y transferencia.
 - Sus longitudes son cortas a medias.
 - Tiene un impacto ambiental negativo y sonoro menor comparado con otros modos de transporte que usan combustión interna.
 - Tienen una velocidad de hasta 60 km/h.
 - Tiene tarifas fijas que no varían con la distancia.
 - contienen prioridad de paso en los cruces a nivel
 - Requiere infraestructura menos robusta que la del metro o tren suburbano, por lo que tienen flexibilidad en el diseño e implementación.
 - Brindan facilidad de acceso a personas con problemas de movilidad.



Figura 24. Tren ligero. Fuente: elaboración propia.

- **Metro**¹⁹: El ferrocarril pesado de pasajeros, mejor conocido como Metro, es un sistema de trenes urbanos públicos. El Metro cuenta con diversas rutas fijas a lo largo de su red, las cuales están conectadas entre sí. El Metro puede operar de forma subterránea, elevada o a nivel de calle. En México, este modo de transporte solo se encuentra en la Ciudad de México. En la Figura 25 se observa un convoy de la línea 12 del Metro de la Ciudad de México. Algunas características de este modo son:
 - Transita en vías tipo A. Es un modo confinado, por lo que no es afectado por congestiones generadas a nivel de calle.
 - Las unidades tienen una gran capacidad.
 - Brinda una accesibilidad alta, así como fácil acceso a sus instalaciones y vehículos. Sin embargo, algunas estaciones no cuentan con elevadores.
 - Sus longitudes son muy cortas hasta largas.
 - Tiene un impacto ambiental negativo y sonoro menor comparado con otros modos de transporte que usan combustión interna.
 - La velocidad promedio de este modo de transporte en la Ciudad de México es de 21.65 kilómetros por hora (El economista, 2022).
 - Tiene tarifas de prepago establecidas. En la Ciudad de México, el costo por viaje es de \$5 MXN.

¹⁹ Se les conoce como Metro debido a que es una derivación de Línea Metropolitana de Londres. En pocas palabras, es una apócope de Metropolitano.

- La vida útil de los vagones se ha extendido por más de 20 años en algunas rutas.
- Usa poco espacio para operar, considerando la cantidad de usuarios que puede transportar.
- Cuenta con diversos sistemas de seguridad, tanto para evitar colisiones como ante actos delictivos.
- Es un modo de transporte que requiere una gran inversión de capital para su construcción.
- Los costos de mantenimiento y operación son altos.
- Los accidentes suelen ser graves debido a la cantidad de usuarios que transporta.
- Por lo general, no cuenta con una barrera de seguridad entre el usuario y las vías, lo que provoca que algunos usuarios lleguen a caer sobre las vías.
- Es un modo de transporte que normalmente requiere el apoyo de otros modos para completar la mayoría de los viajes de los usuarios.
- Todos los modos de transporte público de la Ciudad de México tienen conexiones con el Metro.



Figura 25. Metro. Fuente: elaboración propia.

- **Teleférico:** El teleférico es un modo de transporte aéreo que funciona mediante columnas, poleas, cables y cabinas suspendidas. El teleférico es usado principalmente para acceder a zonas elevadas o cruzar cuerpos de agua (ríos, lagos, lagunas). Actualmente hay teleféricos en la Ciudad de México (Cablebús), Estado de México

(Mexicable) y en Uruapan. En la Figura 26 se muestran las cabinas del Cablebús. Algunas características de este modo de transporte son:

- Transitan en vías especiales.
- La capacidad de las cabinas es de hasta 10 pasajeros.
- Brindan una accesibilidad media-baja. Cuenta con tres tipos de estaciones fijas; terminales, de transferencia y de paso.
- Las longitudes son muy cortas a medias.
- Tiene un impacto ambiental negativo y sonoro menor comparado con otros modos de transporte que usan combustión interna.
- Tiene una velocidad aproximada de 21 km/h.
- Tiene tarifas prepago fijas.
- Los cables son los que se mueven, no las cabinas.
- Tiene una frecuencia elevada. Las cabinas nunca se detienen (con excepción de incidentes o cortes de energía).
- Los pasajeros solo pueden ir sentados respetado la capacidad máxima de la cabina.
- Ofrece vistas panorámicas a los usuarios, que generan un viaje ameno.



Figura 26. Teleférico (Cablebús). Fuente: elaboración propia.

- **Transporte bajo demanda:** El transporte bajo demanda, también conocido como vehículos de aplicación, funciona mediante la solicitud del servicio a través de una aplicación móvil. En México las compañías que operan este modo son Uber, Didi y Cabify. Dentro de la aplicación móvil los usuarios ingresan el lugar de abordaje y de

destino. También, es posible seleccionar el tipo de vehículo que se adapte a sus necesidades. Algunas características de este modo de transporte son:

- Transitan en vías tipo C.
 - La capacidad varía dependiendo el modelo del vehículo.
 - Brindan una accesibilidad alta.
 - Sus longitudes son muy cortas hasta largas.
 - Los vehículos deben respetar las leyes y reglamentos de velocidad de cada ciudad.
 - Tarifas que varían dependiendo de la demanda. Las tarifas suelen ser elevadas en comparación con otros modos de transporte público. Las tarifas se pueden pagar en efectivo o con tarjetas bancarias.
 - Brindan un servicio personalizado al usuario.
 - Requieren conexión a internet y un dispositivo móvil para solicitar el servicio.
 - Los viajes son monitoreados en tiempo real.
 - Tiene una gran flexibilidad en los horarios y rutas.
- **Tren suburbano e interurbano (trenes de cercanías):** Los trenes de cercanías son diseñados para atender las necesidades de transporte de zonas suburbanas. Actualmente en el país hay trenes suburbanos en la Ciudad de México y Estado de México. Además, hay planes de implementar trenes suburbanos en Monterrey y Guadalajara. El tren interurbano de Toluca a la Ciudad de México, tiene como función principal conectar dos zonas urbanas. Estos trenes tienen rutas más largas que los demás modos de transporte público, y tienen estaciones más espaciadas que los demás modos. En la Figura 27 se muestra el Tren Suburbano de la Ciudad y Estado de México. Algunas características de este modo de transporte son:
 - Transita en vías tipo A.
 - La capacidad del Tren Suburbano conformado por 4 vagones es de 1130 pasajeros. (FONADIN, 2023).
 - Brinda una accesibilidad baja.
 - Las longitudes son largas.
 - Tiene un impacto ambiental negativo y sonoro menor comparado con otros modos de transporte que usan combustión interna.
 - La velocidad promedio del Tren Suburbano es de 65 km/h, con un máximo de 120 km/h.
 - Las tarifas varían dependiendo la distancia del viaje.
 - Conecta zonas metropolitanas con zonas suburbanas u otras zonas metropolitanas cercanas.
 - Tiene frecuencias regulares.



Figura 27. Tren suburbano. Fuente: elaboración propia.

- **Modos especiales:** Los modos que se describen a continuación son difíciles de encontrar en la mayoría las ciudades del mundo. Sin embargo, hay zonas donde se usan día con día.
 - Automated Guideway Transit: es un sistema automatizado, el cual no requiere conductor. En México un ejemplo de este vehículo es el Aerotren del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, el cual conecta la Terminal 1 con la Terminal 2. Dicho tren recorre una distancia de tres kilómetros en cinco minutos. Cuenta con una velocidad máxima de 45km/h. El Aerotren cuenta con 4 vagones, y tiene una capacidad de cien personas con equipaje.
 - Helicóptero: Encontrar helicópteros como modo de transporte no es habitual debido a su alto costo. Es un vehículo que requiere de zonas especializadas de aterrizaje (helipuerto), genera mucho ruido, tiene derecho de vía especial y requiere de un conductor especializado. Este modo de transporte es comúnmente utilizado por empresarios, servicios de emergencia y para asuntos de gobierno.
 - Lanchas, botes, ferry: Dentro del transporte urbano en México, es difícil encontrar ciudades donde se usen estos modos. Sin embargo, sí hay

ciudades que lo usan. Un ejemplo es Cancún, que cuenta con diversas lanchas, botes y ferrys, los cuales conecta Cancún con las diversas islas pertenecientes a la zona. Estos modos de transporte cuentan con una variedad de tamaños, las cuales varían la capacidad. Tienen velocidades variables y pueden ser afectados por las condiciones climáticas. Requieren ser tripulados por personas capacitadas.

- Trajinera: En la Ciudad de México, específicamente en la alcaldía Xochimilco, el uso de trajineras como modo de transporte aún es habitual. La trajinera es una canoa larga y estrecha, la cual es impulsada por un “remero” con un remo largo. La trajinera es usada para navegar y cruzar los canales de Xochimilco. Las personas de la zona usan este modo para ir a los trabajos ubicados en las islas de Xochimilco. Además, los turistas y visitantes usan este modo de forma recreativa.

II.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE CADA MEDIO DE TRANSPORTE DE PASAJEROS

La Tabla 7, presenta las ventajas y desventajas de cada modo de transporte. Esta tabla se realizó con base en las referencias consultadas a lo largo de esta publicación, así como la experiencia del autor. Cabe aclarar que las ventajas y desventajas plasmadas no son absolutas, y se reconoce que pueden existir más.

Modo de transporte	Ventajas	Desventajas
Peatón	<ul style="list-style-type: none"> • Costo económico nulo. • Favorece la salud de la población. • Disponible en todo momento. • Amigable con el medio ambiente. • Accesibilidad a prácticamente cualquier lugar. • Modo conector. 	<ul style="list-style-type: none"> • Distancias de traslado. • Cansancio por caminar. • La geografía y el clima afectan la velocidad y distancia posibles de alcanzar. • Cargar con pertenencias. • Poca seguridad, tanto delictiva como en accidentes.
Bicicleta y patín eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> • Amigable con el medio ambiente. • Favorece la salud de los usuarios. • Poco uso de combustibles. • Poco uso de espacio. • Requiere menos inversión pública que otros modos. • Con las bicicletas y patines compartidos, no se requiere tener uno propio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cansancio por pedalear la bicicleta. • La geografía y el clima afectan la velocidad y distancia. • Hay personas que no saben/pueden usar estos modos. • En caso de no contar con la infraestructura adecuada, se tiene poca seguridad.

Modo de transporte	Ventajas	Desventajas
Motocicleta	<ul style="list-style-type: none"> • Velocidades mayores comparadas peatones, bicicletas y patines. • Poco uso de espacio. • En ocasiones, capacidad para evadir el tránsito. • Pocos requerimientos de combustible. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pocos sistemas de seguridad. • Gran cantidad de accidentes viales. • Impactos ambientales. • Costo alto comparado con los dos modos de transporte anteriores.
Automóvil	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor privacidad. • Capacidad de trasladar con mayor facilidad las pertenencias. • Se pueden recorrer largas distancias. • Disponible en todo momento. 	<ul style="list-style-type: none"> • No toda la población tiene acceso a este modo de transporte. • Requerimientos energéticos altos. • Impactos ambientales altos. • Genera altos niveles de ruido. • Accidentes frecuentes. • Ocupan una gran área en las calles. • Costos económicos elevados. • Generan congestiones en las avenidas.
Paratrásito	<ul style="list-style-type: none"> • Se adecúan a las necesidades del usuario. • No tiene horario establecido, dando mayor flexibilidad. • Tarifas más accesibles que los vehículos privados o el taxi. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se reduce la privacidad al compartir un vehículo con otros usuarios. • Se requiere una demanda mínima para que sea viable su operación.
Transporte escolar	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor seguridad al solo transportar estudiantes. • Tarifas más accesibles que los vehículos privados o el taxi. 	<ul style="list-style-type: none"> • Horarios fijos. • Poca frecuencia.
Taxi	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio personalizado. • Disponibilidad. • Flexibilidad de horario. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tarifas más elevadas que las del transporte público. • Problemas de congestión en las avenidas. • En ocasiones, las unidades no reciben el mantenimiento adecuado.

Modo de transporte	Ventajas	Desventajas
Autobús y microbús	<ul style="list-style-type: none"> • Tarifas más bajas que los taxis y paratránsito. • Frecuencias altas. • Requerimientos bajos de energía por pasajero. • Rutas establecidas. • Paradas establecidas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Genera impactos ambientales, auditivos y visuales negativos. • En CDMX, se presenta el modelo hombre-camión²⁰, el cual reduce la seguridad de los usuarios. • Las unidades cuentan con pisos altos, disminuyendo la facilidad de acceso. • Espacios reducidos entre asientos y pasillos.
BRT	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo en tiempo real de las unidades. • Cámaras de vigilancia. • Facilidad de acceso. • Realiza paradas solo en puntos establecidos. • Buena capacidad. • Tarifas bajas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alto costo de inversión. • Requiere bastante infraestructura para poder operar correctamente. • Los usuarios por lo general requieren de otros modos para complementar su viaje.
Trolebús	<ul style="list-style-type: none"> • Genera poco ruido. • Contaminan menos que los vehículos con motor de combustión. • Bajo mantenimiento comparado con el metro 	<ul style="list-style-type: none"> • Requieren un gran espacio vertical debido a la necesidad de estar conectado a los cables de electricidad. • Estar conectados a los cables limita las rutas y los carriles que pueden usar. • Las unidades son costosas.
Tren ligero	<ul style="list-style-type: none"> • Genera poco ruido. • Contamina menos que los vehículos con motor de combustión. • Tarifas competitivas. • Mayor capacidad que los modos que operan en vías tipo C y B. • Buena accesibilidad. • Conexión con otros modos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere de otros modos para complementarse. • Interferencia con el tránsito de las avenidas. • Mantenimiento continuo.

²⁰ El modelo hombre-camión en los autobuses y microbuses, genera una baja regulación. Esta baja regulación provoca que no sigan una operación y administración adecuada. Por ejemplo, los conductores “pelean” por el pasaje, tienen unidades sin mantenimiento, brindan un servicio lento y proveen poca comodidad.

Modo de transporte	Ventajas	Desventajas
Metro	<ul style="list-style-type: none"> • Gran capacidad para transportar usuarios. • Tarifas bajas. • Accesibilidad alta y facilidad de acceso. • Evita el tránsito de las calles y avenidas. • Velocidades altas. • Eficiente en el uso de la energía debido a la cantidad de usuarios que transporta. • Modo de transporte duradero. • Casi toda su operación es automática o semiautomática. 	<ul style="list-style-type: none"> • Costos iniciales, de operación y mantenimiento altos. • Rutas fijas. • Periodos largos de construcción. • Requiere de otros modos para complementar los viajes de los usuarios.
Teleférico	<ul style="list-style-type: none"> • Permite acceder a zonas elevadas. • Genera poco ruido. • Bajo impacto ambiental. • Seguro. • Frecuencias elevadas. • Vistas panorámicas aéreas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cabinas pequeñas. • Su construcción requiere expropiar algunos predios. • Si hay un error en alguna zona, se detiene todo el sistema. • Algunos usuarios sienten miedo previo o al momento de usar este modo de transporte.
Transporte bajo demanda	<ul style="list-style-type: none"> • Horarios y rutas flexibles. • Cómodo. • Servicio personalizado. • Disponibilidad de horario. • Monitoreo en tiempo real. • Comunicación con el chofer. 	<ul style="list-style-type: none"> • Precios elevados. • Se requiere conexión a internet. • Se han presentados delitos y fraudes en parte por su poca regulación
Tren suburbano e interurbano	<ul style="list-style-type: none"> • Brinda un servicio rápido y un buen nivel de servicio. • Operaciones eficientes. • Recorre grandes distancias. • Visualmente atractivo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere infraestructura adecuada. • Costos altos. • Rutas y horarios establecidos.

Tabla 7. Ventajas y desventajas de los modos de transporte de pasajeros. Fuente: elaboración propia.

II.3 COMPARATIVA ENTRE LOS DIVERSOS MODOS DE TRANSPORTE DE PASAJEROS

Realizar una comparativa de los diversos modos de transporte es algo complejo, ya que, como se analizó en el Capítulo 1, existen varias formas de clasificarlos. Por ejemplo, hacer comparaciones de los modos de transporte, tomando como principal factor la velocidad, termina siendo poco equitativo.

Ya que unos de los objetivos del transporte urbano de pasajeros es mover personas de una forma eficiente, los modos de transporte de pasajeros se compararán de acuerdo a su capacidad, teniendo tres grupos; los modos individuales, modos en grupo y modos masivos. En las tablas 8, 9 y 10 se comparan los diversos modos de transporte según la capacidad mencionada. Es importante destacar que, como se mencionó en la Sección II.1, varios factores, como el tráfico o las pendientes, afectan la velocidad de los distintos modos de transporte. Por lo tanto, las velocidades promedio presentadas en estas tablas son una referencia útil para realizar comparaciones y proporcionar al lector un contexto sobre estos modos.

Las velocidades promedio de los vehículos se ven afectadas por la congestión. Por ejemplo, en la Ciudad de México, los automovilistas suelen circular a una velocidad promedio de 14 kilómetros por hora (El Universal, 2019). En el caso de los modos de transporte público que circulan en vías tipo C, esta velocidad promedio es aún menor debido a las paradas frecuentes que realizan.

Las velocidades máximas en las ciudades fueron obtenidas de la Ley General de Movilidad y Seguridad Vial. Por otra parte, el precio de la gasolina es un dato aproximado ya que diariamente varía el precio. El Gobierno de México tiene a disposición de la población una página web donde pueden consultarse los precios de la gasolina y diésel en cada gasolinera del país <https://www.cre.gob.mx/ConsultaPrecios/GasolinasyDiesel/GasolinasyDiesel.html>

Modo de transporte	Velocidad máxima en ciudades [km/h]	Infraestructura especial necesaria	Tarifas	Accesibilidad	Factores para promover el uso de este modo
Peatón	5	Semáforos. Cebras. Banquetas. Rampas para sillas de ruedas. Techos y sombras. Bolardos e Isletas para refugio.	Gratis.	Alta.	Salud. Económicamente accesible. Disponibilidad. Amigable con el medio ambiente. Poco uso de espacio.

Modo de transporte	Velocidad máxima en ciudades [km/h]	Infraestructura especial necesaria	Tarifas	Accesibilidad	Factores para promover el uso de este modo
Bicicleta y patín eléctrico	15 a 20	Ciclovías. Semáforos. Estacionamientos.	En Ecobici, los planes o tarifas varían entre los \$118 y \$521 MXN. Para Grin, la tarifa es de \$10 MXN para desbloquear el patín y \$2 MXN por minuto de uso.	Alta.	Salud. Amigable con el medio ambiente. Bajo costo de combustibles. Poco uso de espacio.
Motocicleta	80 en avenidas de acceso controlado. 50 en avenidas primarias sin acceso controlado.	Semáforos. Estacionamientos. Calles y avenidas. Isletas.	\$24 MXN el litro de gasolina.	Alta.	Poco uso de espacio. Uso eficiente de combustible. Mayor velocidad que los otros modos de transporte individuales.

Tabla 8. Comparativa de los modos de transporte individuales. Fuente: elaboración propia.

Modo de transporte	Velocidad máxima en ciudades [km/h]	Capacidad aproximada de las unidades [pasajeros]	Infraestructura necesaria	Tarifas	Accesibilidad	Factores para promover el uso de este modo
Automóvil	80 en avenidas de acceso controlado. 50 en avenidas primarias sin acceso controlado.	5 a 8	Avenidas de acceso controlado, puentes, túneles, semáforos, señalamientos, estacionamiento, isletas.	\$24 MXN el litro de gasolina.	Alta.	Accesibilidad Flexibilidad.

Modo de transporte	Velocidad máxima en ciudades [km/h]	Capacidad aproximada de las unidades [pasajeros]	Infraestructura necesaria	Tarifas	Accesibilidad	Factores para promover el uso de este modo
Paratránsito	80 en avenidas de acceso controlado. 50 en avenidas primarias sin acceso controlado.	4 a 10	Avenidas de acceso controlado, puentes, túneles, semáforos, señalamientos, estacionamiento, isletas.	Precios en función del origen y destino.	Media-alta.	Generación de empleos Flexibilidad. Uso bajo demanda.
Taxi	80 en avenidas de acceso controlado. 50 en avenidas primarias sin acceso controlado.	4	Avenidas de acceso controlado, puentes, túneles, semáforos, señalamientos, estacionamiento, isletas.	En la CDMX, el banderazo varía entre los \$8.74 y \$32.76 MXN. El precio cada 45 segundos o 250 metros recorridos varía entre \$1.07 y \$2.21 MXN.	Alta.	Flexibilidad. Accesibilidad. Generación de empleos.
Autobús y microbús	80 en avenidas de acceso controlado. 50 en avenidas primarias sin acceso controlado.	Hasta 80 pasajeros dependiendo o el modelo	Avenidas de acceso controlado, puentes, túneles, semáforos, señalamientos, estacionamiento, isletas.	\$2 a \$20 MXN, dependiendo de la ciudad y la distancia del recorrido	Media-alta.	No requieren una gran tecnología. Operaciones flexibles. Frecuencias altas. Generación de empleos.

Modo de transporte	Velocidad máxima en ciudades [km/h]	Capacidad aproximada de las unidades [pasajeros]	Infraestructura necesaria	Tarifas	Accesibilidad	Factores para promover el uso de este modo
Trolebús	80 en avenidas de acceso controlado. 50 en avenidas primarias sin acceso controlado.	85 a 142.	Avenidas de acceso controlado, puentes, túneles, semáforos, señalamientos, paradas y/o estaciones, carriles confinados.	\$2 a \$4 MXN, dependiendo de la ruta	Media-alta.	Amigable con el medio ambiente. Generación de trabajos. Frecuencias altas.
Teleférico	18	10	Estaciones, columnas, cables.	\$7 MXN.	Media-baja.	Amigable con el medio ambiente. Frecuencias altas. Trayectos amenos.
Transporte bajo demanda	80 en avenidas de acceso controlado. 50 en avenidas primarias sin acceso controlado.	4 a 6	Avenidas de acceso controlado, puentes, túneles, semáforos, señalamientos, estacionamiento, isletas.	Tarifa varía según la demanda, el tiempo y la distancia	Alta.	Generación de trabajos. Uso bajo demanda. Flexibilidad. Disponibilidad Accesibilidad. Comodidad.

Modo de transporte	Velocidad máxima en ciudades [km/h]	Capacidad aproximada de las unidades [pasajeros]	Infraestructura necesaria	Tarifas	Accesibilidad	Factores para promover el uso de este modo
Transporte escolar	50 en avenidas primarias sin acceso controlado 30 en avenidas secundarias	Hasta 35 pasajeros dependiendo o el modelo.	Calles, avenidas, puentes, túneles, semáforos, señalamientos, estacionamiento.	\$150 MXN, semanales para viajes de ida o vuelta. \$250 MXN, semanales para viajes de ida y vuelta *Precios promedio de una escuela pública de la Ciudad de México	Alta.	Mayor seguridad para los estudiantes. Horarios y rutas adecuadas a las necesidades de los alumnos.

Tabla 9. Comparativa de los modos de transportes en grupo. Fuente: elaboración propia.

Modo de transporte	Velocidad máxima en ciudades [km/h]	Capacidad aproximada de las unidades [pasajeros]	Infraestructura necesaria	Tarifas	Accesibilidad	Factores para promover el uso de este modo
BRT (Metrobús)	80 en avenidas de acceso controlado 50 en avenidas primarias sin acceso controlado	80 - 180	Avenidas, semáforos, señalamientos, estaciones, carriles confinados.	\$6 a \$30 MXN, dependiendo de la ciudad	Media-baja.	Moderno tecnológicamente. Capacidad para transportar una gran cantidad de usuarios. Buena frecuencia de viajes.

Modo de transporte	Velocidad máxima en ciudades [km/h]	Capacidad aproximada de las unidades [pasajeros]	Infraestructura necesaria	Tarifas	Accesibilidad	Factores para promover el uso de este modo
Tren ligero	60 promedio	100 - 250	Estaciones, vías, señalización, líneas con corriente eléctrica.	\$3 MXN	Media baja.	Amigable con el medio ambiente. Flexibilidad en el diseño. Buena relación entre el costo y capacidad.
Metro	40 promedio	1500 promedio	Estaciones, vías, señalización, ventilación, conexión multimodal.	\$5 a 9 MXN, dependiendo de la ciudad	Baja.	Capacidad de transportar una gran cantidad de usuarios. Eficiente. Amigable con el medio ambiente. Buena frecuencia.
Tren suburbano e interurbano (trenes de cercanías):	65 promedio	2200 promedio (suburbano)	Estaciones, vías, señalización, conexión multimodal.	\$10 a \$23 MXN, dependiendo de la distancia	Baja.	Eficiencia en los costos de traslado. Cubre distancias largas y ayuda a conectar con otras ciudades. Buena comodidad y presentación para los usuarios.

Tabla 10. Comparativa de los modos de transportes masivos. Fuente: elaboración propia.

II.4 BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA DEL CAPÍTULO

- Banks, J. (2001). *Introduction to Transportation Engineering*. McGraw Hill. 2nd ed. Boston, USA.
- Fricker, Jon D. (2004). *Fundamentals of Transportation Engineering. A Multimodal Systems Approach*. Pearson Prentice Hall. New Jersey
- Grava, S (2002). *Urban transportation systems*. McGraw Hill. 1st ed.
- Khisty, C. Jotin & Lall, B. Kent (2003). *Transportation Engineering: An Introduction*. Prentice Hall. 3rd ed. New Jersey.
- Papacostas, C. S. (2007). *Transportation Engineering and Planning*. Pearson/Prentice Hall. 3rd ed. New Jersey, USA.
- Rodrigue, Jean-Paul (2020). *The geography of transport systems*. Routledge. 5th ed. London, England.
- Sussman, J. (2006). *Introducción a los sistemas de transporte*. 1st ed.

III. LOS MEDIOS DE TRANSPORTE DE CARGA

III.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS DIVERSOS MEDIOS DE TRANSPORTE DE CARGA

Existen diversas empresas que se dedican a la fabricación y venta de los modos de transporte de carga y cada empresa cuenta con vehículos diferentes. Para la elaboración de este capítulo se tomaron características de las empresas Truper (Truper, s.f.), Trejo (Trejo, s.f.), Dinamo (Dinamo, s.f.), Nissan (Nissan, s.f.), Ford (Ford, s.f.) y Volkswagen (Volkswagen, s.f.). Sin embargo, es importante recalcar que aún dentro de la misma empresa se desarrollan distintos modelos de vehículos, los cuales presentan especificaciones diferentes.

Dentro de los camiones usados para el transporte de carga existen muchos tipos y algunos de ellos son usados para viajes interurbanos. Para efectos de este trabajo, solo se considerarán aquellos camiones que tengan su origen y destino en la misma zona urbana. En los siguientes puntos se busca establecer características generales para cada modo de transporte de carga.

- **Montacargas de uso manual:** Los seres humanos cuentan con limitaciones físicas que no permiten que este sea un modo ideal para el transporte de carga para distancias medias a largas. Para combatir las problemáticas relacionadas con el peso y volumen de las mercancías, se desarrollaron montacargas de uso manual que facilitan el traslado de las mercancías en distancias cortas. En la CDMX es común encontrar dos tipos de montacargas manuales; los diablitos que se encuentran comúnmente en zonas comerciales como las centrales de abasto o áreas comerciales y la carretilla de los ropavejeros que es común encontrar en alcaldías como Iztapalapa, Tláhuac y Cuauhtémoc. La Figura 28 muestra un diablito usado para transportar carga. Dentro de las características que tiene este modo de transporte, se encuentran:
 - La carga útil varía entre los 60 kilogramos hasta 400 kilogramos (Truper, s.f.).
 - Las longitudes de traslado son muy cortas a cortas.
 - Comúnmente, el tipo de carga son alimentos y productos de consumo personal. Por otra parte, las carretillas de los ropavejeros cargan objetos de segunda mano.
 - Tiene una velocidad limitada, una persona camina a una velocidad aproximada de 5 kilómetros por hora, y esta velocidad puede verse afectada por el peso de la carga.
 - La geografía del terreno y el clima afectan la capacidad de los humanos, además de que la mercancía también se encuentra expuesta al clima.
 - Cargar objetos pesados puede afectar la salud del individuo con el paso del tiempo.
 - Tiene accesibilidad a prácticamente cualquier lugar.



Figura 28. Diablo de carga. Fuente: elaboración propia.

- **Bicicleta de carga:** Las bicicletas puede ser un modo de transporte de carga adecuado en diversas ocasiones. Sin embargo, se enfrenta con dificultades similares a los montacargas manuales, como lo son la geografía del sitio, el clima y la exposición de la mercancía. La Figura 29 muestra una bicicleta de carga usada para transportar garrafones con agua. Dentro de las características principales que tiene este modo de transporte se encuentran:
 - La carga útil varía entre los 40 hasta los 250 kilogramos (Trejo, s.f.).
 - Las longitudes de traslado son muy cortas a cortas.
 - Comúnmente, el tipo de carga son garrafones con agua, alimentos, productos de consumo personal y objetos de jardinería.
 - Se pueden conseguir velocidades de traslado adecuadas para distancias muy cortas a cortas.
 - Son versátiles, se pueden adaptar a las necesidades.
 - Tienen una buena maniobrabilidad.
 - Tienen requerimientos energéticos pequeños, los cuales a su vez contribuyen al cuidado del medio ambiente.



Figura 29. Bicicleta de carga. Fuente: elaboración propia.

- **Motocicleta de carga:** Las motocicletas como modo de transporte de carga son similares a las bicicletas, teniendo como diferencia la capacidad de carga, así como las velocidades que se pueden alcanzar gracias a los motores de combustión interna. La Figura 30 muestra una motocicleta de carga usada para realizar labores de jardinería. Dentro de las características principales que tiene este modo de transporte se encuentran:
 - La carga útil varía entre los 300 hasta los 750 kilogramos (Dinamo, s.f.).
 - Las longitudes de traslado son entre muy cortas a cortas.
 - Comúnmente, el tipo de carga es muy similar a la de las bicicletas de carga. La diferencia es que la motocicleta de carga tiene mayores velocidades y capacidades.
 - Son vehículos que cuentan con una buena eficiencia energética por kg transportado.
 - Tienen accesibilidad a sitios donde los vehículos de mayor tamaño no pueden acceder.
 - Tienen una buena flexibilidad en el tipo de cargas a transportar.
 - No requiere un gran espacio para transitar ni para estacionarse.
 - No necesitan de una licencia especial para manejarlos.



Figura 30. Motocicleta de carga. Fuente: elaboración propia.

- **Redilas:** Las camionetas de redilas son vehículos que tienen un área de carga abierta, el cual tiene lados altos y abatibles. La redila es un armazón de tablas para evitar que la mercancía se caiga del vehículo. Estos vehículos son populares en la industria de la construcción y la agricultura. La Figura 31 muestra una camioneta de redilas. Dentro de las características principales que tiene este modo de transporte se encuentran:
 - La carga útil varía alrededor de los 1,200 kg. (Nissan, s.f.).
 - Las longitudes de traslado son muy cortas hasta largas.
 - Comúnmente, el tipo de carga es ganado, materiales de construcción, mudanzas y alimentos.
 - El largo de los vehículos varía dependiendo el modelo. Sin embargo, miden aproximadamente 5 metros de largo.
 - Son versátiles debido a que su área de carga es abierta y los costados son abatibles. Por lo tanto, pueden transportar diversos tipos de mercancías, que pueden cargarse y descargarse con facilidad
 - Son vehículos duraderos, además de ser eficientes en consumo energético en comparación con vehículos más grandes.
 - No necesitan de una licencia especial para manejarlos



Figura 31. Camioneta de redilas. Fuente: elaboración propia.

- **Furgoneta:** Las furgonetas son vehículos que tienen la zona de carga techada y conectada con la cabina. Generalmente las ventanas que llevan en la zona de carga son reemplazadas por chapa para una mayor capacidad. La Figura 32 muestra una furgoneta adaptada para transporte de carga. La Figura 33 muestra el interior de una furgoneta con ventanas reemplazadas. Dentro de las características principales que tiene este modo de transporte se encuentran:
 - La carga útil varía alrededor de las 2.3 toneladas (Chevrolet, s.f.).
 - Las longitudes de traslado son muy cortas a medias.
 - Comúnmente, el tipo de carga son servicios de paquetería.
 - El largo de las unidades varía dependiendo la marca y modelo. Algunas furgonetas miden cerca de los 4.5 metros de largo.
 - La zona de carga cerrada protege la mercancía de los factores externos, además de brindar una mayor seguridad.
 - Algunas furgonetas pueden transportar pasajeros, además de carga.
 - Tienen dos puertas traseras, y por lo general una lateral, lo que favorece la carga y descarga de mercancía.
 - La conexión entre la zona de carga y la cabina favorece la interacción entre los repartidores y la mercancía.
 - No necesitan de una licencia especial para manejarlos



Figura 32. Furgoneta con ventanas reemplazadas por chapa en la zona de carga. Fuente: elaboración propia.



Figura 33. Interior de una furgoneta con ventanas reemplazadas por chapa. Fuente: elaboración propia.

- **Camión:** Los camiones están diseñados para poder transportar cargas pesadas y de gran volumen, principalmente en distancias largas. Al igual que los demás modos de transporte, existen diversos tipos de camiones, los cuales varían en capacidad y tipo de carga. Por ejemplo, existen camiones cisternas (ideales para transportar fluidos), camiones de plataforma plana (ideales para transportar maquinaria), camiones refrigerados (ideales para el transporte de productos perecederos) o camiones tráiler (ideales para cargas de gran volumen). Los camiones pueden tener capacidades de carga desde los 500 kg. hasta 15 ton. o más en caso de contar con múltiples remolques. Los

camiones se clasifican de acuerdo al número de ejes (Rafael & Sánchez, 2014). Los camiones unitarios C2, C3 y C4 cuentan con 2, 3 y 4 ejes, respectivamente. Los tractocamiones articulados T3-S2 y T3-S3, cuentan con semirremolques de 2 y 3 ejes, respectivamente. También existen los tractocamiones T3-S1-R2, T2-S2-R2, C3-R3, T3-S2-R2, T3-S2-R3, T3-S2-R4, que tienen remolques y semirremolques con un número mayor de ejes. Sin embargo, estos tractocamiones son más utilizados en viajes interurbanos. La Figura 34 muestra un camión de plataforma plana usado para transportar materiales de construcción. La Figura 35 muestra un camión mudanza usado para transportar muebles. La Figura 36 muestra un camión cisterna usado para transportar líquidos. Dentro de las características principales que tiene este modo de transporte se encuentran:

- La carga útil de los camiones está en función del número de ejes y de llantas por eje. Por otra parte, los distintos tipos de caminos establecen límites de peso.
- Las longitudes de traslado son largas.
- El tipo de carga es muy versátil. Por ejemplo, hay camiones diseñados para transportar fluidos, para transportar objetos perecederos, para materiales de construcción, para basura, para mudanzas, entre otros.
- El largo de los camiones varía dependiendo los modelos y necesidades.
- La configuración del área de carga y el semirremolque se puede adaptar a las necesidades de carga.
- Cuentan con sistemas de seguridad. Por ejemplo, rastreo satelital, sensores de temperatura, cámaras de vigilancia y botón de pánico.
- La cabina está diseñada para comodidad del conductor.
- El conductor requiere una licencia especial que depende del número de ejes, el uso de semirremolques y el tipo de carga



Figura 34. Camión de plataforma plana. Fuente: elaboración propia.



Figura 35. Camión de mudanza. Fuente: elaboración propia.



Figura 36. Camión cisterna. Fuente: elaboración propia.

- **Drones:** Los drones son vehículos aéreos no tripulados, y cada vez son más usados para el transporte y logística de mercancías. Dentro de las características principales que tiene este modo de transporte se encuentran:
 - Dependiendo el diseño del dron, las capacidades de carga varían desde unos cuantos kilos hasta drones de carga pesada. Los drones de carga pesada son terrestres y funcionan dentro de bodegas y almacenes.
 - Cuentan con sistemas de navegación, lo cual permite monitorear las unidades.
 - Tienen restricciones de vuelo en ciertas zonas.
 - Al ser eléctricos, tienen un bajo impacto ambiental comparado con modos que funcionan con motores de combustión.

III.2. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE CADA MEDIO DE TRANSPORTE DE CARGA

La Tabla 11 muestra las ventajas y desventajas de cada modo. Esta tabla se realizó con base en la bibliografía consultada a lo largo de esta publicación. Cabe aclarar que las ventajas y desventajas plasmadas no son absolutas, y se reconoce que pueden existir más.

Modo de transporte	Ventajas	Desventajas
Montacargas manuales	<ul style="list-style-type: none"> • Tiene accesibilidad a prácticamente cualquier lugar. • No genera impactos ambientales negativos. • No tiene gastos económicos por uso de combustible o similar. 	<ul style="list-style-type: none"> • El clima y cuestiones geográficas afectan el rendimiento del repartidor. • Es un modo de transporte lento. • Solo funciona para trayectos cortos. • El repartidor debe cargar la mercancía. • No se pueden transportar grandes mercancías.
Bicicleta de carga	<ul style="list-style-type: none"> • No genera impactos ambientales negativos. • Gastos económicos mínimos. • Ayuda a conservar la salud del repartidor. 	<ul style="list-style-type: none"> • El clima y cuestiones geográficas (como las pendientes pronunciadas) afectan el rendimiento del repartidor. • Es un modo de transporte relativamente lento. • Solo funciona para trayectos cortos. • No se pueden transportar mercancías de gran volumen.
Motocicleta	<ul style="list-style-type: none"> • Ideal para entregar rápidamente mercancías de volumen pequeño. • Tiene una buena eficiencia energética por kg. • Mayor fluidez en el tráfico. • Facilidad de aparcamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • El clima afecta el rendimiento de este modo de transporte. • Limitados por el número de mercancía y el volumen de ésta. • Tiene un gran riesgo de accidentes.
Redilas	<ul style="list-style-type: none"> • Se puede transportar una cantidad de mercancía considerable. • Puede hacer uso de cualquier tipo de calle o avenida. • Los vehículos son más baratos que las furgonetas y camiones. • El mantenimiento es más barato que las furgonetas y camiones. • No requieren de licencia especial para conducirlos 	<ul style="list-style-type: none"> • La mercancía está expuesta al clima. • Transportan menos volumen y peso que las furgonetas y camiones. • Ya que la mercancía está expuesta hay riesgo que la mercancía salga del vehículo.

Modo de transporte	Ventajas	Desventajas
Furgoneta	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor protección de la mercancía. • Protección y conservación ante agentes ambientales. • Puede transportar una cantidad de mercancía considerable. • Puede hacer uso de cualquier tipo de calle o avenida. • No requieren de licencia especial para conducirlos 	<ul style="list-style-type: none"> • No son tan sencillas de estacionar debido a su tamaño. • Las maniobras en calles estrechas son complicadas. • Tienen diversos puntos ciegos ya que no cuentan con retrovisor.
Camiones Unitarios (C2, C3 y C4)	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor protección de la mercancía. • Protección y conservación ante agentes ambientales. • Gran volumen de carga por viaje. • Pueden transportar carga pesada y voluminosa. • Pueden hacer uso de montacargas y plataformas para cargar y descargar mercancías. 	<ul style="list-style-type: none"> • Menor visibilidad para el conductor. • Menor maniobrabilidad y accesibilidad. • No pueden acceder a calles estrechas • Genera grandes impactos negativos ambientales, auditivos y visuales. • Mantenimientos y unidades costosas. • Requiere un gran espacio para estacionar. • Requiere una gran habilidad por parte del conductor, así como una licencia especial.
Tractocamiones con semirremolques (T3-S2 y T3-S3)	<ul style="list-style-type: none"> • Volúmenes de carga mayores que los camiones unitarios. • Peso útil mayor que los camiones unitarios. • Se puede transportar más variedad de carga. • Espacios amplios para mover la mercancía dentro del semirremolque. 	<ul style="list-style-type: none"> • Menor maniobrabilidad y accesibilidad. • Circulación limitada a avenidas y calles amplias • Genera grandes impactos negativos ambientales, auditivos y visuales. • Mantenimientos y unidades costosas. • Requiere un gran espacio para estacionar. • Requiere una gran habilidad por parte del conductor, así como una licencia especial.

Tabla 11. Ventajas y desventajas de los modos de transporte de carga. Fuente: elaboración propia.

III.3. COMPARATIVA ENTRE LOS DIVERSOS MEDIOS DE MEDIOS DE TRANSPORTE DE CARGA

La Tabla 12, 13 y 14 muestran una comparativa de los modos de acuerdo su capacidad de carga. La Tabla 12 muestra la comparativa de los vehículos que transportan carga súper ligera

entre los 60 kg. hasta los 750 kg. La Tabla 13 muestra la comparativa de los vehículos que transportan carga ligera entre los 1,227 kg. hasta los 2,300 kg. La Tabla 14 muestra la comparativa de los vehículos que transportan carga pesada entre los 15,500 kg. hasta los 46,000 kg. Las capacidades de carga de los vehículos de combustión interna fueron obtenidas de páginas de empresas que se dedican a vender y distribuir dichos vehículos. Cada modelo y empresa tiene distintas capacidades, lo cual es importante resaltar ya que solo se plasmaron los datos de un solo modelo y de una sola empresa. En este caso, se usaron especificaciones brindadas por Truper, Trejo, Dinamo, Nissan, Ford y Volkswagen. Las velocidades son afectadas por diversos factores, como lo son: la carga del vehículo, las condiciones meteorológicas, las condiciones de la infraestructura, la congestión, entre otras. Es por esto que las velocidades que se muestran en las Tablas 12, 13 y 14 son aproximadas.

Al igual que en el capítulo II.3, las comparativas de los diversos modos de transporte de carga está en función de la capacidad de carga. Cal y Mayor (1994) establece que hay dos tipos de carga, la ligera y la pesada. Dentro de esta clasificación, el autor añade una tercera llamada súper ligera, la cual abarca a los montacargas personales, bicicletas y motocicletas.

Las cargas útiles urbanas en la Ciudad de México no están reguladas o establecidas en alguna ley. Por esta razón, para la realización de la Tabla 14, las cargas útiles mostradas son cargas autorizadas a transitar por carreteras federales (Mendoza et al., 1992).

Modo de transporte	Velocidad máxima en ciudades [km/h]	Capacidad de carga aproximada de las unidades [Kg]	Numero de ejes y ruedas	Tipo más común de carga	Distancias apropiadas de traslado
Montacargas personales	5	Desde 60 hasta 400	Ejes: 1 Ruedas: 2	Productos de poco peso y volumen. Alimentos, ropa, productos de segunda mano	Muy cortas a cortas.
Bicicleta de carga	15	Desde 40 hasta 250	Ejes: 2 Ruedas: 2 o 3	Garrafrones de agua, alimentos, paquetería	Muy cortas a cortas.
Motocicleta	30	Desde 300 hasta 750	Ejes: 2 Ruedas: 2 o 3	Alimentos, paquetería, garrafrones de agua, objetos de jardinería.	Muy cortas a medias.

Tabla 12. Comparativa entre los modos de transporte de carga súper ligera. Fuente: elaboración propia.

Modo de transporte	Velocidad máxima en ciudades [km/h]	Capacidad de carga aproximada de las unidades [Kg]	Numero de ejes y ruedas	Tipo más común de carga	Distancias apropiadas de traslado
Redillas	80 en avenidas de acceso controlado 50 en avenidas primarias sin acceso controlado	1,227	Ejes: 2 Ruedas: 4	Alimentos, ganado, muebles, materiales de construcción.	Muy cortas a largas.
Furgoneta	80 en avenidas de acceso controlado 50 en avenidas primarias sin acceso controlado	2,300	Ejes: 2 Ruedas: 4	Usado principalmente para repartir paquetería.	Muy cortas a medianas.

Tabla 13. Comparativa entre los modos de transporte de carga ligera. Fuente: elaboración propia.

Modo de transporte	Velocidad máxima en ciudades [km/h]	Capacidad de carga aproximada de las unidades [Kg]	Numero de ejes y ruedas	Tipo más común de carga	Distancias apropiadas de traslado
Camiones unitarios	Solo pueden transitar por las laterales de las vías de acceso controlado. 50 en avenidas primarias sin acceso controlado	C2: 15,500 C3: 23,500 C4: 28,000	C2: 2 ejes y 6 ruedas C3: 3 ejes y 10 ruedas C4: 4 ejes y 14 ruedas	Mudanzas, materiales de construcción, basura, alimentos, mercancía en general.	Medias a largas.

Tracto-camiones	Solo pueden transitar por las laterales de las vías de acceso controlado. 50 en avenidas primarias sin acceso controlado	T3-S2: 41,500 T3-S3: 46,000	T3-S2: 5 ejes y 18 ruedas T3-S3: 6 ejes y 22 ruedas	Líquidos, objetos pesados y/o de gran volumen.	Medias a largas.
-----------------	--	--------------------------------	--	--	------------------

Tabla 14. Comparativa entre los modos de transporte de carga pesada. Fuente: elaboración propia.

III.4. BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA DEL CAPÍTULO

- Cal y Mayor, R. & Cárdenas, J. (1994) *Ingeniería de Tránsito, fundamentos y aplicaciones*. Alfaomega. México. 7ma edición.
- Johnson, D. & Ponnuswamy, S. (2012). *Urban Transportation. Planning, Operation and Management*. Tata McGraw Hill Education Private Limited. New Delhi, India.
- Mendoza, A., Cadena, A., Richkarday, O., Domínguez, L. & Rico, A. (1992). *Estudio de pesos y dimensiones de los vehículos que circulan sobre las carreteras mexicanas análisis estadístico del peso y las dimensiones de los vehículos de carga que circulan por la red nacional de carreteras. Estaciones instaladas durante 1991*. Instituto Mexicano del Transporte. Querétaro, México.
- Rafael, M. & Sánchez, L. (2014). *Análisis de las características y capacidad de diseño de los vehículos de carga considerando la potencia y torque del motor del vehículo*. Instituto Mexicano del Transporte. Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Querétaro, México.
- Rodrigue, Jean-Paul (2020). *The geography of transport systems*. Routledge. 5th ed. London, England.

IV. ADMINISTRACIÓN Y OPERACIÓN

IV.1. PLANEACIÓN

Vivimos en una sociedad dinámica, donde los cambios son constantes, es por esto que dentro de la planificación del transporte urbano se deben buscar objetivos con alternativas adaptables (Molinero & Sánchez, 2005). Dentro de la planificación participan grupos públicos y privados, los cuales tienen múltiples objetivos, que durante el proceso de transporte se verán interrelacionados entre sí.

La Tabla 15, presenta los principales objetivos, etapas, elementos que intervienen y el proceso en la planeación del transporte urbano (Molinero & Sánchez, 2005). Estos componentes mostrados no son universales, ya que cada ciudad, país o hasta autor, puede tener una visión diferente.

Objetivos principales	<ul style="list-style-type: none"> • Proveer instalaciones y vehículos eficientes, económicos y ambientalmente aceptables, manteniendo un sistema de transporte cohesivo. • Desarrollar un sistema eficiente para operar cada uno de los componentes del sistema de manera coordinada. • Asegurar que la planificación cubre las demandas del área de estudio a corto, mediano y largo plazo.
Etapas	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnóstico y formulación de objetivos: Dentro del diagnóstico se recolecta la información necesaria para desarrollar modelos, y con esto, formular los objetivos adecuados. • Análisis de posibles soluciones: Se definen las alternativas posibles, para poder prever impactos, tanto negativos como positivos. • Evaluación y selección de alternativas: Se evalúan y seleccionan las alternativas posibles más viables. • Implementación: Se pone en obra la alternativa seleccionada, observando el comportamiento del sistema en todo momento para así poder reevaluar y en caso de ser necesario, retomar el proceso desde la etapa de diagnóstico y formulación de objetivos.
Elementos que intervienen	<ul style="list-style-type: none"> • Factores humanos y económicos: La mayoría de las personas no se transportan o transportan mercancía por el gusto de hacerlo, sino que lo hacen con un objetivo específico. Entre los factores económicos se tienen los costos de infraestructura, costos por funcionamiento y costos energéticos. • Factores urbanos: en las ciudades el espacio urbano es limitado, y no siempre es posible ensanchar las vialidades para agregar capacidad a la red. Además, la ubicación del equipamiento urbano (tiendas, parques, supermercados, entre otros), no es equitativo para toda la población. Por lo tanto, algunas personas o transportistas deben hacer viajes más frecuentes y/o largos que otras. • Factores tecnológicos y del medio ambiente: La planeación debe ser a corto, mediano y largo plazo. Por esta razón es fundamental involucrar tecnologías e innovaciones que sean vigentes el mayor tiempo posible. Por otro lado, el medio ambiente es un tema que se debe cuidar, ya que el transporte es de los principales generadores de contaminación visual, sonora y atmosférica. Entonces, es necesario minimizar dichos impactos.

Proceso	<ul style="list-style-type: none"> • El transporte como sistema: Tiene como objetivo comprender las interrelaciones entre las partes involucradas para alinearlas hacia un objetivo común. Por esta razón, es crucial comprender y analizar los elementos del sistema antes del proceso de planificación. • Definición de objetivos: Un objetivo es una afirmación de un principio, que expresa la situación esperada a la que se quiere llegar. Los objetivos se pueden clasificar en dos grupos. El primero son los objetivos políticos (objetivos globales y objetivos principales) que van dirigidos a satisfacer necesidades primarias, como reducir tiempos de viaje y reducir costos. El segundo son los objetivos del sistema (objetivos intermedios y objetivos de los proyectos) que están enfocados en satisfacer necesidades secundarias, como aumentar la comodidad y reducir tiempos de transbordos. • Recopilación de información: Recopilar datos es crucial para comprender tanto la demanda como la oferta de viajes, además de evaluar la infraestructura y la operatividad disponibles. • Predicción de la demanda: Estimar la demanda futura permite gestionar la infraestructura necesaria y el tamaño de las inversiones. Sobreestimar la demanda futura genera pérdidas, debido a que se subutiliza la capacidad del sistema. Por otro lado, la subestimación genera una insuficiencia en los sistemas de transporte. • Evaluación y seguimiento: Una correcta evaluación y seguimiento de los procesos de transporte permite medir los efectos de la planeación, así como de la operación y administración.
---------	--

Tabla 15. Componentes de la planeación en el transporte urbano. Fuente: elaboración propia a partir de (Molinero & Sánchez, 2005).

La planeación de un proyecto requiere asesorías para verificar el correcto desarrollo de las etapas, lo que implica la implementación de diversas políticas con parámetros de medición para diferentes requisitos. Estas políticas de transporte buscan soluciones innovadoras, que incluyen enfoques ingenieriles y de otras disciplinas relacionadas. Su objetivo es elevar la calidad de vida de los habitantes de un área específica. Según Molinero & Sánchez (2005), estas mejoras en el funcionamiento se pueden lograr a través de las siguientes medidas:

- **Medidas de operación:** Estas medidas regulan la forma de operar el transporte consiguiendo procesos más eficaces. Por ejemplo, vehículos en buen estado y adecuados para la zona de operación favorecen el traslado de personas y mercancías.
- **Medidas de organización del transporte y administración del tránsito:** Organizar el transporte y administrar el tránsito para evitar congestiones viales y accidentes, además de mantener un flujo constante. Por ejemplo, priorizar el tránsito del transporte público sobre el privado fomenta un mayor uso del transporte público.
- **Medidas de planificación y construcción:** Contar con infraestructura adecuada contribuye a una mejor administración y operación de los sistemas de transporte. Por ejemplo, tener zonas de carga y descarga en zonas comerciales favorece a un mejor control de la mercancía, así como reducción en los tiempos de carga y descarga.
- **Medidas económicas:** Realizar inversiones a los sistemas de transporte atrae más usuarios al brindar un transporte de mayor calidad. En el caso del transporte público, mantener tarifas que se adapten a la economía de los usuarios fomenta el uso continuo de estos sistemas de transporte.

IV.2. ADMINISTRACIÓN

En el transporte, la correcta gestión de actividades y recursos es fundamental para una buena administración, ya que con esto se consigue un correcto movimiento de personas y mercancías. La administración está relacionada con la planeación y operación del transporte. Dentro de la administración del transporte se tienen aspectos clave como:

- **Planificación de rutas:** Con el fin de hacer eficientes las rutas de transporte y minimizar costos, se deben planificar rutas considerando factores como: el tráfico, condiciones geográficas, distancias, restricciones legales, condiciones meteorológicas, restricciones sociales y restricciones ambientales.
- **Cumplimiento normativo:** La administración del transporte debe estar al pendiente de las normas locales, federales e internacionales que se deben cumplir.
- **Optimización de recursos:** La administración busca optimizar los recursos disponibles, como lo son; las carreteras, los vehículos, las estaciones y paradas, las terminales, el personal, el presupuesto y los estándares de seguridad.
- **Uso de tecnologías y *software*:** El empleo de tecnologías y software resulta fundamental para mejorar la gestión, permitiendo el monitoreo y la facilitación de la operación del transporte. En particular, los Sistemas de Gestión de Transporte²¹ desempeñan un papel principal en este aspecto.
- **Control de costos:** Minimizar costos, no solo los económicos, es fundamental dentro de la planeación, administración y operación del transporte. Hacer uso de la menor cantidad de recursos posible genera varios beneficios ambientales y económicos.
- **Plan de mantenimiento:** Estipular un plan de mantenimiento preventivo que minimice los mantenimientos correctivos aumenta la vida útil de la infraestructura.

Los aspectos clave mencionados en los puntos anteriores aplican tanto para el transporte de pasajeros como de carga. Sin embargo, hay otros aspectos clave que específicos para el transporte de carga:

- **Gestión de flotas:** Para asegurar una gestión adecuada de flotas, es crucial llevar a cabo actividades como; controlar la adquisición y la pérdida de vehículos, integrar los vehículos con la cadena de suministro, considerar el uso compartido de flotas con otras empresas, implementar un plan de seguridad y proporcionar condiciones de trabajo apropiadas.
- **Gestión de la cadena de suministros:** Gestionar almacenes, programar entregas, realizar inventarios, coordinar proveedores y clientes, entre otras actividades, son fundamentales para realizar una buena conexión en todas las etapas de la cadena de suministro.

²¹ Los sistemas de gestión de transporte son programas computacionales que ayudan a las empresas a gestionar los procesos y la logística asociada con el movimiento de mercancías y personas por cualquier medio de transporte.

IV.3. OPERACIÓN

La operación del transporte público implica la interacción de varios elementos fundamentales que operan en conjunto como un sistema para lograr el objetivo principal de trasladar personas. Estos elementos incluyen la infraestructura, los vehículos y los atributos de la ruta.

En el transporte de carga, la mayoría de los modos utilizan una infraestructura similar, con variaciones mínimas. Los vehículos están diseñados específicamente para el transporte de carga y los atributos de la ruta. Sin embargo, la parte operativa varía considerablemente según las necesidades, tipos de carga e intereses de cada empresa. En general, la operación en el transporte de carga implica la planificación, coordinación y ejecución de movimientos de mercancías desde su origen hasta su destino final. Incluye actividades como la recepción de la carga, su almacenamiento temporal si es necesario, la preparación para el transporte, la selección del modo de transporte más adecuado, la carga en los vehículos, el seguimiento durante el trayecto y la descarga en el punto de entrega. Además, involucra aspectos de documentación, gestión de flotas, cumplimiento de regulaciones y normativas, así como la optimización de costos y tiempos para garantizar una entrega eficiente y segura de la mercancía.

En el transporte privado de pasajeros, la operación varía dependiendo del tipo de vehículo utilizado. En el caso de automóviles y motocicletas privadas, la infraestructura requerida son las vías tipo C, mientras que los vehículos y sus atributos se adaptan a las necesidades de los usuarios. Sin embargo, para las bicicletas, se necesita una infraestructura diferente que incluya vías tipo B, proporcionando una mayor seguridad a los usuarios.

El caso de la operación del transporte público es especial ya que requiere elementos que usualmente son construidos y administrados por los gobiernos. A continuación, se presenta cada uno de los elementos:

- **Infraestructura:** es necesaria para operar el transporte público, ya que requiere de paradas, estaciones e infraestructura vial adecuada.
 - Paradas: Una buena ubicación y diseño puede atraer más usuarios y se reducir tiempos de ascenso y descenso, además de garantizar una mayor seguridad al usuario y una menor interferencia con el tránsito. Existen las paradas sobre las aceras y paradas que están segregadas como las paradas de BRT. Además de considerar la ubicación y diseño de las paradas, es importante tomar en cuenta la distancia entre ellas y la geometría. La Figura 37 muestra una parada ubicada en la Ciudad de México, la cual es usada por los usuarios de microbuses, taxis y trolebuses.



Figura 37. Parada usada por diversos modos de transporte. Fuente: elaboración propia.

- Estaciones: Existen tres tipos de estaciones. El primer tipo son las estaciones de paso, que son un punto intermedio en la red. El segundo tipo son las estaciones terminales, que son los puntos finales de la red. Por último, las estaciones de transferencia, son los puntos donde los usuarios cambian de ruta o modo de transporte. Una estación pueden ser de diferentes tipos. Por ejemplo, una estación terminal puede funcionar también como estación de transferencia. Los elementos principales que conforman las estaciones son los accesos, pasillos, escaleras, vestíbulos y andenes. La Figura 38 muestra una estación la cual solo es usada por los usuarios del Tren Ligero de la Ciudad de México.



Figura 38. Estación de paso del Tren Ligero. Fuente: elaboración propia.

- **Infraestructura vial:** La mayoría de microbuses, autobuses y trolebuses operan en las mismas vías que el transporte particular (vías tipo C). En la actualidad, comienza a ser más común implementar infraestructura vial específica el transporte público, como carriles reservados, carriles laterales a contraflujo e incluso vías exclusivas. Las ciclovías también forman parte de esta infraestructura vial y su presencia es cada vez más habitual en las ciudades.
- **Vehículos:** Los vehículos juegan un papel importante en la operación del transporte, siendo que estos transportan a los usuarios hacia su lugar de destino. Los vehículos deben tener características adecuadas que satisfagan tanto los requerimientos de la infraestructura como de los usuarios.
- **Atributos de ruta:** Los atributos, como ya se vio en el capítulo I, son la velocidad, capacidad, seguridad, entre otros. Estos atributos van a estar en función de la infraestructura y de los vehículos. Por ejemplo, un mal mantenimiento de las unidades y un mal estado de las vialidades va a afectar la velocidad de los vehículos, así como la seguridad de los usuarios.
- **Nodos multimodales:** son áreas específicamente diseñadas y construidas para que diversos modos de transporte (tanto públicos como privados) se conecten. Por ejemplo, el Centro de Transferencia Modal (CETRAM) Constitución de 1917 (ubicado en Iztapalapa, Ciudad de México) conecta el Trolebús Elevado, la línea 2 del Cablebús, la línea 8 del Metro y múltiples rutas de microbuses y bases de taxis. La Figura 39 muestra el CETRAM Taxqueña, donde se observa la conexión de diversos medios de transporte. La imagen fue obtenida de Google Maps y editada por el autor.



Figura 39. CETRAM Taxqueña. Fuente: elaboración propia a partir de Google Maps.

IV.4. REQUERIMIENTOS

Los requerimientos son necesidades que tienen los involucrados en los sistemas de transporte. La mejor selección de un sistema de transporte o la combinación de varios está en función de diversos aspectos. El principal aspecto es la cantidad de demanda que se esté considerando; estos aspectos determinan los requerimientos de tecnología, operación, administración y modos de transporte.

Dentro del transporte de pasajeros y el transporte de carga, se encuentran requerimientos aplicables para ambos. Sin embargo, también hay requerimientos diferentes para cada uno. Por esta razón, primero se profundiza en el transporte de pasajeros y posteriormente en el de carga.

Para evaluar las necesidades de los involucrados en el transporte de pasajeros, se desarrollan tres grupos de participantes interrelacionados entre sí, los cuales son:

- El usuario (consumidor).
- Prestatario (proveedor).
- Comunidad (evaluador).

En la Figura 40 se observan los principales requerimientos de los tres grupos mencionados. Por ejemplo, los requerimientos del usuario (marcado en un círculo rojo con el número 1) son la disponibilidad, puntualidad, tiempo de recorrido, comodidad, conveniencia, seguridad y costos al usuario. Por otro lado, los requerimientos de los prestatarios (marcado en un círculo amarillo con el número 2) son la cobertura del sistema, confiabilidad, velocidad, capacidad, flexibilidad, seguridad, costos, atracción de usuarios y efectos complementarios. Por último, los requerimientos de la comunidad (marcado en un círculo azul con el número 3) son la calidad de servicio, costos del sistema, objetivos sociales, impactos al medio ambiente, consumo de energía

e impactos a largo plazo. Dichos requerimientos pueden variar dependiendo de las características físicas, socioeconómicas, medio ambientales y de demanda.



Figura 40. Principales requerimientos de los tres grupos dentro de un sistema de transporte. Fuente: elaboración propia a partir de (Molinero & Sánchez, 2005).

Dentro de los requerimientos de los usuarios, la disponibilidad es fundamental debido a que el usuario requiere contar con paradas cercanas, un servicio regular y un horario flexible. El usuario también requiere de un servicio puntual y confiable, teniendo tiempos de espera aceptables y pocas demoras del servicio. La puntualidad y disponibilidad están ligados al tiempo de recorrido. Por ejemplo, tiempos de recorrido largos inhiben el uso del transporte público. La comodidad es un requerimiento con aspectos variables y subjetivos, ya que cada usuario tiene un punto de vista diferente acerca de su comodidad. Sin embargo, se pueden tener aspectos en común, como: los asientos, la apariencia interior de los vehículos, la geometría de las entradas y salidas, entre otros. La conveniencia es un requerimiento que tiene aspectos cualitativos, haciendo referencia a factores como la cobertura del sistema, los señalamientos, los transbordos, entre otros. La seguridad hace referencia principalmente a la prevención de accidentes, como choques, atropellamientos y daños a los vehículos. Por otro lado, los usuarios también requieren seguridad en aspectos de incidentes criminales. Por último, el costo al usuario hace referencia a las tarifas que se deben pagar para hacer uso de los sistemas de transporte.

Entre los requisitos del prestatario se incluye la cobertura de área²², que abarca la extensión de la red de transporte, la incorporación de multimodalidad e intermodalidad, y la amplitud de cobertura en áreas con mayor demanda de viajes. La confiabilidad depende del mantenimiento que les dé el prestatario a sus unidades de transporte. Dicho mantenimiento facilita que se brinde un servicio de buena calidad, cómodo y con una frecuencia adecuada. El prestatario se interesa en alcanzar velocidades comerciales altas, de esta forma se consigue una mayor atracción de pasajeros al sistema. Un equilibrio entre la oferta y la demanda en el sistema resulta en una eficiencia satisfactoria tanto para los usuarios como para los proveedores del servicio, logrando una capacidad óptima del sistema. Para el caso de los prestatarios, el costo es uno de los requerimientos más importantes y generalmente se dividen en tres conceptos: el costo de inversión, costo de operación y los ingresos. Cada uno de estos conceptos varía a lo largo del tiempo y dependen de las características locales. Otro de los requerimientos más importantes para el prestatario es la atracción de usuarios, pues con esto se puede medir el éxito o fracaso del sistema de transporte. La flexibilidad depende de la configuración de las rutas, la capacidad de los vehículos y los distintos tipos de transporte, permitiendo así satisfacer la demanda de movilidad. Por último, el prestatario debe garantizar una seguridad adecuada tanto a los trabajadores, como a los usuarios y al sistema en sí.

El último grupo a analizar es la comunidad, la cual tiene diversos requerimientos como lo son el nivel y tipo de servicio. Los usuarios siempre buscarán el sistema que más se adecúe a sus necesidades y donde se les ofrezca la mejor calidad posible. La comunidad regula los impactos, que pueden ser ecológicos, a largo plazo, sociales o auditivos, así como los costos de los sistemas de transporte. Siempre se busca reducir los impactos negativos y maximizar los positivos. Los objetivos sociales varían dependiendo de las características locales, por lo que la comunidad debe trabajar para alcanzar estos objetivos.

Algunos de los requerimientos presentes en los tres grupos mencionados (usuarios, prestatarios y comunidad) también son aplicables en el transporte de carga. Por ejemplo, la disponibilidad, puntualidad, tiempos de recorridos, seguridad, cobertura de área, velocidad, capacidad y flexibilidad, son requerimientos que el transporte de carga requiere cumplir para brindar un buen servicio.

Sin embargo, dentro de los requerimientos del transporte de carga sucede algo similar como con la parte operativa. Los requerimientos varían dependiendo de las características físicas, socioeconómicas y de demanda, al igual que el transporte de pasajeros. Por otro lado, también se ven involucradas las necesidades de la empresa y de la carga que va a ser transportada. Siendo así, que no existen parámetros generales.

IV.5. TECNOLOGÍAS E INNOVACIONES EN EL TRANSPORTE URBANO

Como se ha mencionado a lo largo de este texto, el transporte es una rama esencial en el desarrollo y funcionamiento de una sociedad. Así como surgen problemáticas, también surgen tecnologías e innovaciones que ayudan a combatir dichos problemas. Las innovaciones relacionadas con el transporte urbano se pueden clasificar en tres grupos:

²² Se define como la superficie o cuenca que se encuentra a 5 o 10 minutos de distancia a pie de una estación. (Molinero & Sánchez, 2005).

- **Innovaciones relacionadas con los vehículos.** Las innovaciones en los vehículos tienen como objetivo incrementar la capacidad de las unidades, mejorar la comodidad, aumentar la seguridad, reducir las emisiones, entre otros aspectos. Algunos ejemplos de innovaciones en los vehículos son:
 - **BRT:** Los BRT son autobuses que han evolucionado para convertirse en uno de los modos de transporte público más populares en muchas ciudades de México y América Latina, destacándose por su excelente relación costo-efectividad. La Figura 41 muestra un BRT biarticulado usado por el Sistema Metrobús.
 - **Plataformas móviles:** En el sistema BRT hay vehículos que cuentan con plataformas móviles para el fácil acceso de sillas de ruedas.
 - **Trolebús con batería de respaldo:** Este tipo de trolebús utiliza baterías como respaldo para poder circular en secciones donde no hay cables o en casos de cortes de energía.
 - **Autobuses híbridos y eléctricos:** Estos autobuses combinan motores de combustión interna con tecnología eléctrica, o son completamente eléctricos, reduciendo las emisiones de gases contaminantes y mejorando la eficiencia energética.
 - **Vehículos autónomos de entrega:** En Japón, Panasonic implementó las entregas de mercancías mediante vehículos autónomos. Estos vehículos que pueden viajar a una velocidad máxima de 4 kilómetros por hora y son controlados de manera remota por supervisores humanos.
 - **Vehículos autónomos:** Son vehículos que pueden operar sin la necesidad de un conductor humano, utilizando tecnologías avanzadas como sensores, cámaras y sistemas de navegación. Se cree que estos vehículos pueden aumentar la seguridad vial al reducir errores humanos, optimizar el uso del espacio en las carreteras y brindar mayor eficiencia en el consumo de combustible.



Figura 41. BRT bi-articulado. Fuente: elaboración propia.

- **Innovaciones relacionadas con las vías.** Las innovaciones en las vías buscan soluciones que aborden varios problemas, incluyendo la prevención del exceso de velocidad, el aumento de la seguridad para los usuarios y el mantenimiento adecuado de las vías para garantizar su buen estado.
 - Pasos peatonales inteligentes: consisten en la integración de sensores a los pasos de cebra que están conectados a tiras LED. Estas luces se activan al detectar la proximidad de un peatón, alertando así a los conductores sobre la presencia de personas cruzando la vía. .
 - Semáforos peatonales: son dispositivos de señalización ubicados en cruces o intersecciones congestionadas que regulan el tránsito de los peatones
- **Conceptos de planeación, operación y administración innovadores.** Los Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT) y los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son instrumentos cada vez más aplicados en nuestro día a día. De acuerdo al Instituto Mexicano del Transporte (2004), los SIT son la aplicación de tecnología avanzada de captura y proceso de información, comunicaciones y control para mejorar la eficiencia y seguridad en un sistema de transporte. Los SIT se aplican en la operación de las vialidades, los vehículos y a los usuarios. Dentro de los SIT que actualmente hay en México podemos encontrar el cobro electrónico de cuotas, señalizaciones dinámicas, postes SOS, monitoreos en tiempo real, sistemas integrados de cobro, sistemas avanzados de información al viajero, sistemas de gestión de semáforos y estacionamientos inteligentes.
 - Cobro electrónico de cuotas: Es un dispositivo electrónico que se instala en el parabrisas delantero del vehículo, y que permite el cobro automático en las vías de acceso controlado, bajo el modelo “Free Flow²³”. La Figura 42 muestra un dispositivo electrónico de la empresa PASE.



Figura 42. Cobro electrónico de cuotas. Fuente: elaboración propia.

- Señalización dinámica: Estos sistemas brindan una mayor eficiencia al mostrar señales que se adaptan a diferentes necesidades. Estos sistemas permiten transmitir

²³ El Free-Flow es un tipo de peaje que permite a los usuarios pagar sin necesidad de detenerse.

mensajes variables a los usuarios, adaptándose a las condiciones específicas en tiempo real para mejorar la seguridad y el flujo en las vías.

- Postes SOS: Los postes SOS son subsistemas de seguridad y vigilancia, los cuales ayudan a brindar auxilio y comunicación al usuario. La Figura 43 muestra un poste SOS de la Dirección General de Análisis, Protección y Seguridad Universitaria (DGAPSU).



Figura 43. Poste SOS ubicado en Ciudad Universitaria. Fuente: elaboración propia.

- Monitoreo en tiempo real: Este sistema inteligente ayudar a tener un mayor control de los viajes sus tiempos. El sistema de monitoreo ayuda al usuario y al operador a conocer la ubicación y destino de las unidades. La Figura 44 muestra una pantalla de monitoreo de las unidades del Metrobús, indicando la línea, el destino, el número de autobús y los minutos para arribar a la estación.



Figura 44. Pantallas de monitoreo de las unidades de Metrobús. Fuente: elaboración propia.

- Sistemas integrados de cobro: Los sistemas integrados de cobro funcionan mediante un depósito de crédito en una tarjeta, que el usuario puede cargar en máquinas o taquillas de cobro. Estas tarjetas permiten a los usuarios pagar y acceder a diferentes modos de transporte público de manera conveniente y eficiente. La Figura 45 muestra una tarjeta de prepago usada para acceder a diversos medios de transporte en la CDMX.



Figura 45. Tarjeta de prepago Movilidad Integrada. Fuente: elaboración propia.

- Sistemas avanzados de información al viajero: estos sistemas forman la base para la transmisión de la información de tráfico entre los sistemas de monitoreo y el viajero. Uno ejemplo de estos sistemas es Waze y Google Maps.
- Sistemas Avanzados de Manejo de Tránsito: Consisten en métodos para mejorar el nivel de servicio mediante programas de computadora que monitorean las condiciones de tránsito (IMT, 2004). Un ejemplo son los semáforos inteligentes que adaptan sus ciclos de acuerdo al tamaño de las colas, permitiendo así, reducir los tiempos de espera en las intersecciones.
- Estacionamientos inteligentes: Los estacionamientos inteligentes funcionan mediante robots, plataformas móviles o señalamientos en tiempo real que permiten buscar y optimizar los espacios.

Algunos SIT son aplicables para el transporte de pasajeros y de carga por igual, por ejemplo; el cobro electrónico de cuotas, el monitoreo en tiempo real, los Sistemas Avanzados de Manejo de Tránsito, la señalización dinámica y los postes SOS. Por otra parte, hay SIT específicamente diseñados para el transporte de pasajeros, como las tarjetas de prepago y estacionamientos inteligentes.

Así mismo, también hay SIT que solo son usados en el transporte de carga, como las aplicaciones para agilizar inspecciones y trámites burocráticos, identificación automatizada de verificación de transportación y administración de flotas y cargas (IMT, 2001). A continuación, se describe cada uno estos:

- Aplicaciones para agilizar inspecciones y trámites burocráticos: Son usadas para hacer más eficientes los movimientos de cargas indivisibles o sustancias peligrosas. Estas aplicaciones ayudan a la recolección de impuestos, a verificar regulaciones, permisos y licencias. Además, permiten analizar las condiciones de seguridad y derechos asociados.
- Aplicaciones de identificación automatizada de transportación: Son usadas para verificar el cumplimiento de los requerimientos legales. Por ejemplo, los requerimientos relacionados con el flete, el conductor, la empresa y los vehículos.
- Aplicaciones para la administración de flotas y cargas: Son usadas para la comunicación de los operadores, el ruteo, la localización, la coordinación intermodal y el despacho automatizado de vehículos.

IV.6. NIVELES DE SERVICIO

El nivel de servicio es un concepto cualitativo que se utilizan para medir de forma general la calidad con la que se satisfacen los requerimientos de los usuarios, abarcando todas las características de los sistemas de transporte que impactan en la experiencia del usuario. (Molinero & Sánchez, 2005). Dentro de los niveles de servicio se evalúan aspectos como; la limpieza, la geometría de los espacios del sistema de transporte (entradas, salidas, pasillos, zonas de espera, etc.), los señalamientos y el uso de vehículos adecuados, entre otros. Mantener unidades que operen con velocidades adecuadas, que tengan buen mantenimiento, que no estén saturadas, que cuenten con buena información para el usuario y que no generen contaminación auditiva excesiva promueve un buen nivel de servicio. Por otro lado, que las unidades circulan a exceso de velocidad, que están sucias, que operen sobrepasando su capacidad y que no respetan la seguridad de los usuarios genera que se tenga un mal nivel de servicio.

El Manual de Capacidad Vial 2000 (Highway Capacity Manual) del Consejo para la Investigación del Transporte (Transportation Research Boards), establece los niveles de servicio de las vías usando las letras de la A a la F.

El nivel de servicio A tiene una circulación a flujo libre con mucha libertad de maniobra. El nivel de servicio B está dentro del rango de flujo libre, pero la libertad de maniobra está un poco reducida. El nivel de servicio C es flujo estable y poca libertad de maniobra. El nivel de servicio D tiene una densidad de vehículos elevada pero estable. En el nivel de servicio E, las vías están en el punto máximo de su capacidad. Por último, en el nivel de servicio F las condiciones de flujo son forzadas y la demanda excede la capacidad de la vía. La Figura 46 muestra un nivel de servicio F, donde la demanda ya excedió la capacidad de la vía y la Figura 47 muestra un nivel de servicio B, donde la vía está dentro del rango de flujo libre.



Figura 46. Nivel de servicio F. Fuente: elaboración propia.



Figura 47. Nivel de servicio B. Fuente: elaboración propia.

IV.7. RETOS

El transporte, tanto de pasajeros como de carga, es una necesidad constante y enfrenta desafíos cada vez más complejos. Estos desafíos incluyen el crecimiento de la población, la demanda de vehículos más ecológicos, la optimización de los recursos energéticos, la reducción de los tiempos de viaje, la garantía de la seguridad para usuarios y operadores, así como la disminución de costos, entre otros. Frente a estas problemáticas, se buscan soluciones que minimicen los impactos negativos, tanto sociales como ambientales, asociados al transporte.

La congestión vial que se experimenta en la mayoría de las ciudades reduce las velocidades promedio y aumenta los tiempos de traslado. Además, la congestión provoca un aumento en las emisiones de contaminantes y reduce los niveles de servicio. El incremento en el uso de vehículos privados motorizados (automóviles particulares principalmente) y los deficientes sistemas de transporte público empeoran en gran medida la congestión de las ciudades.

De acuerdo con Negrete (2018) el reto de movilidad urbana implica la implementación de una política pública apoyada en los siguientes cinco elementos básicos:

1. **Infraestructura para la movilidad sustentable.** Avenidas y calles mal utilizadas no permiten la correcta circulación de los diversos modos de transporte. En el caso de muchas ciudades de México, la gran mayoría de las vialidades están dedicada al uso de vehículos privados, lo que limita el desarrollo de sistemas de transporte público, ciclovías, y corredores peatonales seguros. En común encontrar en México calles que no cuenten con banquetas y espacios seguros para que los peatones puedan transitar con seguridad. La construcción de ejes viales o segundos pisos no siempre resuelve los problemas de congestión. En ocasiones, más bien desplazan la congestión hacia otras áreas, sin eliminar el problema por completo. La geografía de ciertas zonas tampoco permite el desarrollo de infraestructura para una movilidad sustentable. Por ejemplo, las zonas urbanas en cerros tienen pendientes pronunciadas lo que dificulta el desarrollo de ciclovías o de banquetas sin desniveles. El transporte de carga requiere áreas específicas designadas para la carga y descarga, especialmente en zonas comerciales, con el fin de evitar interrupciones en la circulación. Estas áreas no obstruyen ni las banquetas ni las vialidades, además proporcionan seguridad tanto para los operadores como para las personas que circulan por la zona.
2. **Transporte público de calidad.** El cambio de los automóviles particulares hacia modos de transporte más sostenibles solo se conseguirá si se desarrollan sistemas de transporte público de calidad y con buenos niveles de servicio. En la Ciudad de México el abanico de modos de transporte públicos es amplio, hay Metro, tren ligero, tren suburbano, autobuses y BRT. Sin embargo, la CDMX aún requiere un incremento considerable en ciclovías y banquetas seguras para los peatones, ya que la mayoría de éstas se localizan en el centro económico de la ciudad. Es importante de recalcar esto, ya que en zonas suburbanas y las preferías reside una gran cantidad de población que debería contar con mejores niveles de servicio. Por ejemplo, la delegación Iztapalapa que la más poblada de la CDMX (CIJ, 2018), tiene niveles altos de ciclismo. No obstante es la segunda alcaldía con menos infraestructura de ciclovías (Expansión, 2022). El microbús es uno de los principales modos de transporte público en la CDMX, debido a su flexibilidad de horario, variedad de rutas y amplia cobertura. Sin embargo, este sistema tiene uno de los peores niveles de satisfacción entre los usuarios.

3. **Intermodalidad segura y amable.** A pesar que cada modo de transporte tiene es independiente de los demás, la combinación de varios modos complementa las deficiencias que presenta cada uno. Es necesario que los diversos modos de transporte estén integrados y no fragmentados. Para facilitar esta integración son indispensables nuevos esquemas tarifarios y la modernización de los Centros de Transferencia Modal (CETRAM) para mantener una conexión óptima entre los modos, y además propiciar una mayor seguridad a los usuarios. En palabras de Negrete (2018).

La ruptura en los sistemas de transporte provocada por el desarrollo de la ciudad sobre territorio de distintos municipios o entidades federativas como la CDMX y el Estado de México suelen tener altos costos sociales y económicos pues muchas veces el usuario tiene que transbordar para cambiar otro servicio y pagar doble tarifa, además de que estas son distintas y más caras en el Estado de México, por lo que este obstáculo tendría que ser superado llegando a acuerdos y concertaciones entre las distintas autoridades administrativas en las zonas metropolitanas. Los ciudadanos exigen una red intermodal integrada que facilite el uso de los diferentes modos, donde la elección de modo suponga una decisión razonada y ventajosa.

4. **Planificación conjunta de uso del suelo y transporte:** El transporte urbano y la planeación urbana van de la mano en todo momento; una política de transporte integrada con la planeación de usos de suelo generará impactos positivos en cualquier zona. Por ejemplo, mejorar el espacio público, el desarrollo de diversas zonas, la densificación, y la autosuficiencia, favorecen a disminuir las necesidades diarias de viajes. Por ejemplo, las distancias cortas entre las estaciones/paradas de transporte público brindan una mayor accesibilidad a todos los habitantes. En pocas palabras, una buena planificación del uso de suelo, genera una reducción en las necesidades de transporte de pasajeros y de carga.
5. **Institucionalidad y financiamiento:** Para favorecer una buena movilidad se debe contar con una buena planeación a corto, mediano y largo plazo. Negrete (2018) explica de la siguiente forma el problema de segmentación que existe en México respecto a las regulaciones sobre el uso de suelo

En nuestro país un faltante mayor radica, en la prácticamente nula planeación conjunta del uso del suelo, en manos de la Secretaría de Desarrollo Urbano (SEDUVI) y la Secretaría de Desarrollo Agrícola, Territorial y Urbano (SEDATU), la Secretaría del Medio Ambiente (SMA) que también tiene atribuciones importantes en este tema y la planeación de la Movilidad a cargo de la Secretaría de Movilidad (SEMOVI). Este divorcio institucional mantiene todavía fuera del horizonte actual la visión de ciudad que queremos.

En resumen, una ciudad donde el transporte de carga y pasajeros funcione armónicamente requiere de instituciones fuertes y coordinadas así como de un buen financiamiento.

IV.8. BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA DEL CAPÍTULO

- Khisty, C. Jotin & Lall, B. Kent (2003). *Transportation Engineering: An Introduction*. Prentice Hall. 3rd ed. New Jersey.
- Meyer, Michael D. & Institute of Transportation Engineers (2016). *Transportation planning handbook*. Wiley. 4th ed. Hoboken, New Jersey.
- Molinero Molinero, Á. & Sánchez Arellano, L. (2005). *Transporte público: Planeación, diseño, operación y administración*. Universidad Autónoma del Estado de México. 1ra reimpresión. Toluca, México.
- Papacostas, C. S. (2007). *Transportation Engineering and Planning*. Pearson/Prentice Hall. 3rd ed. New Jersey, USA.
- Ponnuswamy, S. & Johnson, D. (2012). *Urban Transportation. Planning, Operation and Management*. Tata McGraw Hill Education Private Limited. New Delhi, India.
- Romo de Vivar Arriaga, C. (2019). *Políticas para la movilidad urbana*. Dirección de Movilidad y Transporte. México.
- Sussman, Joseph M. (2005). *Perspectives on intelligent transportation systems (ITS)*. Springer. Massachusetts, USA.
- Vuchic, Vukan R. (2005). *Urban Transit: Operations, Planning and Economics*. John Wiley & sons, Inc. Hoboken, New Jersey.
- Vuchic, Vukan R. (2007). *Urban Transit: Systems and Technology*. John Wiley & sons, Inc. Hoboken, New Jersey.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La presente publicación es una recopilación de información de diversas fuentes, así como breves aplicaciones del conocimiento adquirido por parte del autor dentro del tema. Se tiene como objetivo principal apoyar al curso de Ingeniería de Transporte II en el tema de “Transporte Urbano” impartido por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México. Esta publicación va dirigida principalmente a aquellos alumnos que participen en el curso previamente mencionado. Por otro lado, cualquier persona interesada en el transporte urbano encontrará de utilidad este documento. Realizar este trabajo contribuye a expandir el conocimiento del lector en temas relacionados con las características, atributos, planeación, operación y administración del transporte urbano.

Como se analizó a lo largo de los cuatro capítulos, el transporte es pieza fundamental para que una sociedad funcione. Actualmente las ciudades de México enfrentan diversos retos de movilidad, los cuales se deben combatir con una mejor planeación urbana. Mejorar la accesibilidad a servicios médicos y otros servicios primarios e implementar un uso extensivo de tecnologías teletrabajo, compras y estudios en línea, son medidas que promueven una reducción de viajes.

Partiendo de las siguientes ideas; (1) ayudar a expandir los conocimientos del lector y (2) enfrentar los retos de movilidad en México se proponen las siguientes recomendaciones:

- Para el lector:
 - Implementar más actividades didácticas, así como visitas de campo. Por ejemplo, aeropuertos, estaciones terminales, centrales de abasto, nodos multimodales o sistemas de transporte que el alumno nunca haya utilizado.
 - Fomentar que los alumnos participen dando ideas para mejorar la operación y administración del transporte mediante debates, mesas redondas, lluvias de ideas, entre otras.
 - Implementar más información visual en el material que se le brinda a los alumnos. Por ejemplo, imágenes, tablas o diagramas que logren una mejor comprensión de la información.
 - Recomendar una mayor cantidad fuentes dentro de los programas de estudio.
 - Establecer metas alcanzables las cuales propicien que el alumno aumente la motivación para conseguirlas.
 - Implementar una sección en los temarios donde se brinden fuentes relacionados con la materia que fomenten la curiosidad de los alumnos. Por ejemplo, el libro de Molinero & Sánchez (2005) está fuera del plan de estudios (2016 y 2023) y contiene información valiosa para el curso.
 - Variar los recursos de aprendizaje. Por ejemplo, hacer uso de juegos, videos, uso de programas de computadora, entre otros.
 - La práctica complementa la teoría. Realizar proyectos sobre el transporte urbano puede ayudar a tener un mejor aprendizaje.
 - Realizar actividades en equipos o grupales como debates, proyectos e investigaciones.

- Para los retos de movilidad en las ciudades de México:
 - Promover el uso de transporte público sobre los vehículos particulares. Mejorar la infraestructura del transporte público, brindar mantenimiento y renovar las unidades, implementar más Centros de Transferencia Multimodal, ampliar las redes de transporte, brindar mayor seguridad y ofrecer tarifas accesibles.
 - Desarrollar la infraestructura vial necesaria para que la población haga uso de bicicletas y patines eléctricos para viajes cortos. Esto, además de reducir las congestiones viales, favorece también al cuidado del medio ambiente.
 - Fomentar el uso de modos de transporte compartidos, así como el fomentar el uso del paratransito.
 - Desarrollar una planificación urbana sustentable y más accesible.
 - Implementar políticas de transporte sustentable. Por ejemplo, la ampliación de redes de ciclovías y la implementación de cargos por congestión.
 - Implementar políticas que faciliten realizar actividades en línea, como el teletrabajo.
 - Regular las vías y horarios donde transitan los camiones de carga.
 - Generar mejores cadenas de suministros.
 - Implementar sitios de transferencia de carga, estilo CETRAM.

Dentro de estos apuntes, existen ciertas limitaciones debido a la escasez de información y de la ambigüedad en la misma. Por ejemplo, en la sección de administración y operación en el transporte de carga, no se indaga demasiado debido a que generalmente son empresas privadas las que están a cargo, y cada empresa tiene diferente logística. Otra limitación se encuentra en el tema de leyes e Institutos reguladores en México, esto debido a la gran cantidad de estados y municipios, los cuales tienen sus propias Instituciones encargadas del tránsito.

El estudio del transporte es un campo complejo, por lo tanto, mientras más personas se adentren en él, se podrán conseguir soluciones más variadas ante las diversas problemáticas actuales. Todas las recomendaciones propuestas por el autor tienen la finalidad de lograr una conexión entre el lector y el transporte urbano de la Ciudad de México.

RESUMEN

El transporte de personas y carga es una pieza fundamental en el día a día de una ciudad. Que la población obtenga conocimientos sobre la planeación, operación y administración, así como los atributos, características, marco legislativo e historia del transporte contribuyen a encontrar mejoras aplicables en los sistemas de transporte. Esta publicación incluye cuatro capítulos donde se abordan diversos temas relacionados con el transporte urbano. Además, este texto brinda referencias recomendadas en cada capítulo.

En el Capítulo I, se abordan definiciones de: transporte, urbano, transporte urbano, ingeniería de transporte, ingeniería de tránsito, medios y modos de transporte, unimodalidad, multimodalidad e intermodalidad, tránsito, tráfico, sistema y sistema de transporte. Posteriormente, se presenta una breve historia y evolución del transporte urbano en México y el mundo. Luego, se menciona la función, clasificación, características, componentes y atributos del transporte. Después, se abordan los impactos positivos y negativos del transporte. Finalmente, se habla sobre las empresas públicas y privadas, el marco normativo, los institutos participantes en la regulación del transporte, los estudios de transporte y la información al público.

En el Capítulo II se da información acerca de los diversos medios de transporte de pasajeros, el cual, incluye las características cada modo. También en este capítulo, se analizan ventajas y desventajas de cada modo de transporte. Por último, se realiza una breve comparación tomando en cuenta la clasificación por capacidad.

En el Capítulo III se da información acerca de los diversos medios de transporte de carga, el cual, incluye las características de cada modo. También en este capítulo, se analizan ventajas y desventajas de cada modo de transporte. Por último, se realiza una breve comparación tomando el tipo de carga (súper ligero, ligero y pesado) como el principal factor.

En el Capítulo IV se brinda información sobre la planeación, administración y operación del transporte, analizando la relación entre ellas. Posteriormente, se habla de los requerimientos tanto de los usuarios, los prestatarios y la comunidad, así como de las tecnologías, innovaciones y retos presentes en el transporte. También, se da una breve explicación de los niveles de servicio.

Al final del Capítulo IV, se brindan las conclusiones obtenidas de esta publicación, así como recomendaciones tanto para el aprendizaje de los lectores como para los retos de movilidad en México. Aunado a esto, se presenta; un glosario de términos, ejercicios con sus respectivas soluciones, actividades recreativas y las referencias usadas para el desarrollo de estos apuntes.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

A

abstracción	40
accesibilidad	33

C

camiones	22
Capacidad	32
capacidad del sistema	32
capacidad física	32
características locales	92
CETRAM	90
Cobertura	33
cobertura de área	93
comodidad	92
componentes	35
componentes estructurales	35
componentes fluyentes	35
componentes operativos	35
confiabilidad	93
Control	31
conveniencia	92
Costo	33

D

Derecho de vía tipo A	30
Derecho de vía tipo B	30
Derecho de vía tipo C	30
disponibilidad	92

E

empresa	38
---------------	----

F

Facilidad de acceso	33
Flexibilidad	33
Frecuencia	32

G

generalidad	40
Guía	31

H

helipuerto	60
Hora de operación	32

I

ingeniería de tránsito	12
ingeniería de transporte	12
irretroactividad	40

L

Leyes	40
-------------	----

M

medio de transporte	12
Metro	56
microbuses	90
modo de transporte	12

O

obligatoriedad	40
----------------------	----

P

paratransito	35
persona física	38
persona moral	38
PITV	25
Propulsión	31

R

Reglamentos	40
Regularidad	32
Responsabilidad	33
ruleteo	22

S

SEDATU	101
SEDUVI	101

seguridad	92
Seguridad	32
SEMOVI	101
SIG	95
Simplicidad	33
sistema	13
sistema de transporte	13
SIT95	
SMA	101
Soporte	31
STC-Metro	23
suburbios	27

T

Tipo de operación	31
Tipo de ruta	31
tráfico	13
tránsito	13

transporte	10
transporte multimodal	25
transporte urbano	12
tranvía	22
trolebuses	23

U

unimodalidad	14
utilidad	38

V

Velocidad	32
velocidad comercial	32
velocidad de marcha	32

EJERCICIOS Y ACTIVIDADES

Capítulo I:

1. Explica la diferencia entre modo y medio de transporte.
2. ¿Qué ventajas económicas tiene el transporte?
3. ¿Qué otra forma de clasificar los modos de transporte se te ocurre?
4. ¿Cuáles son las tres subdivisiones de los componentes físicos y no físicos?
5. Menciona las diferencias entre una empresa pública y una privada.
6. Investiga las principales organizaciones/institutos que regulan los medios marítimos, aéreos y ferroviarios en el mundo.

Capítulo II:

1. Debate acerca de las ventajas y desventajas de los modos de transporte.
2. ¿Qué modo de transporte es el más directo hacia el destino del usuario?
3. ¿Qué otra clasificación usarías para comparar los modos de transporte de forma equitativa? ¿Por qué?

Capítulo III:

1. ¿Qué modos de transporte urbanos de carga usan en otros países que en México no? Investiga alguno.
2. ¿Crees que en un periodo corto de tiempo los drones sean el principal modo de transporte de carga?
3. ¿Qué vehículo usan principalmente para transportar carga obtenida de la agricultura?

Capítulo IV:

1. ¿Qué elementos intervienen en la planeación del transporte?
2. ¿Qué infraestructura requiere el transporte para poder operar?
3. ¿Qué son los CETRAM y para qué sirven?
4. ¿Cuáles son los cinco elementos básicos para la implementación de una política pública de acuerdo con Negrete (2018)?

Actividades complementarias:

- Visita el museo del Servicio de Transportes Eléctricos. https://sic.cultura.gob.mx/ficha.php?table=museo&table_id=1877
- Realiza un viaje en algún modo de transporte que aún no hayas utilizado.
- Realiza el Paseo Dominical Muévete en Bici. <https://www.semovi.cdmx.gob.mx/tramites-y-servicios/mi-bici/muevete-en-bici>
- Visita el museo del Metro en la estación Mixcoac. <https://www.metro.cdmx.gob.mx/museo-del-metro>
- Visita el museo de los Ferrocarrileros. <https://cultura.cdmx.gob.mx/recintos/mf>
- Analiza el mapa de la Red de Movilidad Integrada de la Ciudad de México. <https://gobierno.cdmx.gob.mx/acciones/red-de-movilidad-integrada/>
- ¡Aprender también es divertido! Ponte a prueba con el siguiente juego. <https://create.kahoot.it/share/transporte-urbano/cb6090d3-a7cc-40fd-b919-6718575deb06>
Selecciona la opción “jugar en solitario” y después “modo clásico” para disfrutarlo. También puedes jugarlo con tus amigos o familia. ¡Mucho éxito!

SOLUCIONES DE LOS EJERCICIOS

Capítulo I:

1. Medio de transporte hace referencia a la forma de transportar, mientras que modo de transporte se refiere a los vehículos usados en cada medio. Ejemplo, para el medio de transporte aéreo, un avión es un modo de transporte.
2. Expandir mercados locales, estabilizar precios, generación de empleos, movilización de mercancías, entre otras.
3. A consideración del lector.
4. Estructurales, operativos y fluentes.
5. El Estado tiene la titularidad de las empresas públicas, mientras que el titular de la empresa privada puede ser una persona física o moral.

El patrimonio de la empresa pública está integrado por los recursos públicos que brinda el Estado, mientras que para las empresas privadas son aportaciones de los particulares.

El objetivo de la empresa pública es beneficiar el interés colectivo.

La empresa pública está formada por dos regímenes jurídicos, el público y el privado.

6. Aéreo: Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA) y Organización de Aviación Civil Internacional (OACI).

Marítimo: Organización Marítima Internacional (OMI).

Ferrovionario: Unión Internacional de Ferrocarriles (UIC).

Capítulo II:

7. A consideración del lector.
8. Caminar.
9. A consideración del lector.

Capítulo III:

10. A consideración del lector.
11. A consideración del lector.
12. Camionetas de redilas.

Capítulo IV:

13. Factores humanos, económicos, urbanísticos, tecnológicos y del medio ambiente.
14. Paradas, estaciones, infraestructura vial.
15. Los CETRAM son Centros de Transferencia Modal, los cuales sirven para tener una mejor planeación y operación en la multimodalidad de los diversos modos de transporte que conectan en una zona determinada.
16. Infraestructura para la movilidad sustentable, transporte público de calidad, intermodalidad segura y amable, planificación conjunta de uso del suelo y transporte, institucionalidad y financiamiento.

BIBLIOGRAFÍA

- Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México. (2022, 11 enero). *AeroTrén | Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México*. Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México. <https://www.aicm.com.mx/pasajeros/transporte/aerotren> Último acceso: septiembre de 2023.
- Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México. (s. f.). *Da click y conoce más de nuestro AeroTrén*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/aicm/es/articulos/conoce-mas-de-nuestro-aerotren?idiom=es#:~:text=El%20aerotr%C3%A9n%20es%20un%20sistema,dura%20alrededor%20de%205%20minutos> Último acceso: septiembre de 2023.
- Asociación de Academias de la Lengua Española (ASALE). (s. f.-a). *Microbús | Diccionario de la Lengua Española*. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario.
- Asociación de Academias de la Lengua Española (ASALE). (s. f.-b). *Transporte | Diccionario de la Lengua Española*. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario.
- Asociación de Academias de la Lengua Española (ASALE). (s. f.-c). *Tranvía | Diccionario de la Lengua Española*. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario
- Asociación de Academias de la Lengua Española (ASALE). (s. f.-d). *Trolebús | Diccionario de la Lengua Española*. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario.
- Asociación de Academias de la Lengua Española (ASALE). (s. f.-e). *Urbano | Diccionario de la Lengua Española*. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario.
- Asociación de Academias de la Lengua Española (ASALE). (s. f.-f). *Utilidad | Diccionario de la Lengua Española*. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario.
- Banks, J. (2001). *Introduction to Transportation Engineering*. McGraw Hill. 2nd ed. Boston, USA.
- Banobras (2010). *Proyecto de transformación del transporte urbano (PTTU). Marco de salvaguarda ambiental y social para el transporte urbano (MASTU)*. Secretaría de Hacienda y Crédito Público, México.
- Brad, W., Richard, C. & Bowden, R. (2000). *Developing a Standard Definition of Intermodal Transportation*. Digital Commons.
- Cal y Mayor, R. & Cárdenas, J. (1994) *Ingeniería de Tránsito, fundamentos y aplicaciones*. Alfaomega. México. 7ma edición.
- Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública (CESOP). (2006). *Definición, en transportes*. Cámara de Diputados. https://archivos.diputados.gob.mx/Centros_Estudio/Cesop/Eje_tematico/d_transporte.htm#Citatar%20como Último acceso: noviembre de 2023.
- Cervera, M. & Rangel, J. (2015). *Distribución de la Población por Tamaño de Localidad y su Relación con el Medio Ambiente*. INEGI. México.
- Comisión de Transportes. (2005). *Libro Verde de Intermodalidad*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid, España.
- Conexión ESAN (2015). *¿Qué medio y modo de transporte es el más adecuado para mi empresa?*. ESAN Graduate School of Business.
- De Andrés Conde, M. C. (1974). Breve estudio comparativo de los modernos medios de transporte terrestre. In *Informes de la Construcción* (Vol. 26, Issue 259, pp. 51–61). Editorial CSIC.
- Díaz, O. (2023). *¿De cuánto es la tarifa de los taxis en la CDMX?*. El Universal. México. <https://www.eluniversal.com.mx/metropoli/de-cuanto-es-la-tarifa-de-los-taxis-en-la-cdmx/> Último acceso: noviembre de 2023.

- Dinamo. (s.f.). *Motocarros*. <https://www.dinamotos.mx/motocarros/> Último acceso: octubre de 2023.
- Editor Datanoticias (2019). *Cuántas pasajeros pueden ir en una combi, micro y camión*. Datanoticias, <https://datanoticias.com/2019/05/11/cuantas-pasajeros-pueden-ir-en-una-combi-micro-y-camion/> Último acceso: noviembre de 2023.
- Embention. (s.f.). *Dron de carga*. <https://www.embention.com/es/projects/drone-de-carga/> Último acceso: octubre de 2023.
- Escudero, E. (2023). *10 tips para una buena administración de la flota*. The logistics world. <https://thelogisticsworld.com/transporte/10-tips-para-una-buena-administracion-de-la-flota/%20> Último acceso: septiembre de 2023.
- Eugenia Negrete, M. (2018). *El desafío de la movilidad y el transporte urbano y metropolitano*. Foro Consultivo Científico y Tecnológico. México.
- Facultad de Ingeniería (s.f.). *Cátedra: Transporte. Unidad 01: Medios de transporte urbano*. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza, Argentina.
- Faghih-Imani, A., Anowar, S., Miller, E. J., & Eluru, N. (2017). Hail a cab or ride a bike? A travel time comparison of taxi and bicycle-sharing systems in New York City. In *Transportation Research Part A: Policy and Practice* (Vol. 101, pp. 11–21). Elsevier BV.
- Fondo Nacional de Infraestructura (FONADIN). (2023). *Ferrocarril Suburbano (Sistema 1) Cuautitlán-Buenavista Zona Metropolitana del valle de México*. Gobierno de México. <https://www.fonadin.gob.mx/fni2/fp01/#:~:text=Descripci%C3%B3n,h%20y%20promedio%20de%2065km%2Fh> Último acceso: septiembre de 2023.
- Ford. (s.f.). *Ford Transit Van 2023*. <https://www.ford.mx/camiones/transit/van/2023/> Último acceso: octubre de 2023.
- Fricker, Jon D. (2004). *Fundamentals of Transportation Engineering. A Multimodal Systems Approach*. Pearson Prentice Hall. New Jersey
- Gobierno de la Ciudad de México. (s.f.). *Cronología del Metro*. Metro CDMX. <https://www.metro.cdmx.gob.mx/cronologia-del-metro> Último acceso: julio de 2023.
- González, D. (2021). *Panasonic inicia pruebas con robots de delivery en Japón*. Inmobiliare. <https://inmobiliare.com/panasonic-inicia-pruebas-con-robots-de-delivery-en-japon/> Último acceso: Octubre de 2023.
- Grava, S (2002). *Urban transportation systems*. McGraw Hill. 1st ed.
- IMER Noticias. (s.f.). *Desde 5 hasta 16 pesos: estos son los costos del transporte en México*. Instituto Mexicano de la Radio. México. <https://noticias.imer.mx/blog/desde-5-hasta-16-pesos-estos-son-los-costos-del-transporte-en-mexico/#:~:text=De%20acuerdo%20con%20la%20Secretar%C3%ADa,Metrobus%3A%206.00%20pesos> Último acceso: noviembre de 2023.
- INEGI. (2014). *Las Zonas metropolitanas en México*. Censos económicos. INEGI.
- INEGI. (2018). “*Estadísticas a propósito del día mundial en recuerdo de las víctimas de los accidentes de tráfico (18 de noviembre)*”. INEGI. México.
- INEGI. (s.f.-a). *Medios de transporte. Cuéntame de México*. INEGI. <https://cuentame.inegi.org.mx/economia/terciario/transporte/default.aspx?tema=e> Último acceso: junio de 2023
- INEGI. (s.f.-b). *Población rural y urbana. Cuéntame de México*. INEGI. https://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/rur_urb.aspx?tema=P Último acceso: Junio de 2023
- Instituto Mexicano del Transporte (IMT). (2001). *Aplicaciones potenciales de los sistemas inteligentes de transporte al transporte de carga por carretera en México*. Secretaría de

- Comunicaciones y Transportes. México. <https://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=160&IdBoletin=53> Último acceso: octubre de 2023.
- Instituto Mexicano del Transporte (IMT). (2004). *Hacia una arquitectura de los sistemas inteligentes de transporte para México*. Secretaría de Comunicaciones y Transportes. México. <https://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=263&IdBoletin=88> Último acceso: Octubre de 2023.
- Instituto Mexicano del Transporte (IMT). (s.f.). *¿Qué hacemos?* Gobierno de México. <https://www.gob.mx/imt/que-hacemos> Último acceso: octubre de 2023.
- Islas Rivera, V. & Lelis Zaragoza, M (2007). *Análisis de los sistemas de transporte. Vol1: Conceptos básicos*. Instituto Mexicano del Transporte (IMT). Querétaro, México.
- Islas, V., Hernández, S., Lelis, M., Arroyo, J. & Ruvalcaba, J. (2012). *Caracterización de la movilidad (urbana e interurbana) y el transporte de pasajeros en México*. Instituto Mexicano del Transporte, Querétaro, México (Islas et al., 2012).
- Jefatura de Gobierno. (2020). *Cuenta con estaciones terminales, de paso y transferencia*. Gobierno de la Ciudad de México. <https://jefaturadegobierno.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/aumenta-gobierno-capitalino-velocidad-de-tren-ligero-con-mantenimiento-mayor#:~:text=Con%20la%20primera%20etapa%20de%20intervenci%C3%B3n%20en%20el%20Tren%20Ligero,la%20oferta%20de%20lugares%20disponibles> Último acceso: noviembre de 2023.
- Johnson, D. & Ponnuswamy, S. (2012). *Urban Transportation. Planning, Operation and Management*. Tata McGraw Hill Education Private Limited. New Delhi, India.
- Khisty, C. Jotin & Lall, B. Kent (2003). *Transportation Engineering: An Introduction*. Prentice Hall. 3rd ed. New Jersey.
- Kramarz, M., & Przybylska, E. (2021). Multimodal Transport in the Context of Sustainable Development of a City. In Sustainability (Vol. 13, Issue 4, p. 2239). MDPI AG.
- Macioszek, E., Karami, A., Farzin, I., Abbasi, M., Mamdoohi, A. R., & Piccioni, C. (2022). The Effect of Distance Intervals on Walking Likelihood in Different Trip Purposes. In Sustainability (Vol. 14, Issue 6, p. 3406). MDPI AG
- Mejía, I. (2023). *Aumenta robo de motocicletas sin violencia en la Ciudad de México*. Excelsior. México. <https://www.excelsior.com.mx/comunidad/aumenta-robo-de-motocicletas-sin-violencia-en-la-ciudad-de-mexico/1601631> Último acceso: octubre de 2023.
- Mendoza, A., Cadena, A., Richkarday, O., Domínguez, L. & Rico, A. (1992). *Estudio de pesos y dimensiones de los vehículos que circulan sobre las carreteras mexicanas análisis estadístico del peso y las dimensiones de los vehículos de carga que circulan por la red nacional de carreteras. Estaciones instaladas durante 1991*. Instituto Mexicano del Transporte. Querétaro, México.
- Mendoza, O. (2022). *La contaminación vehicular en México y la transición a vehículos emisiones cero*. Revistas Jurídicas UNAM (Número 68, marzo-abril 2022).
- Metro CDMX. (s. f.-a). *Cronología del metro*. Metro CDMX. <https://www.metro.cdmx.gob.mx/cronologia-del-metro> Último acceso: septiembre de 2023.
- Metro CDMX. (s.f.-b). *Material rodante*. Metro CDMX. <https://metro.cdmx.gob.mx/operacion/mas-informacion/material-rodante> Último acceso: septiembre de 2023.
- Meyer, Michael D. & Institute of Transportation Engineers (2016). *Transportation planning handbook*. Wiley. 4th ed. Hoboken, New Jersey.

- Molinero Molinero, Á. & Sánchez Arellano, L. (2005). *Transporte público: Planeación, diseño, operación y administración*. Universidad Autónoma del Estado de México. 1ra reimpresión. Toluca, México.
- Nissan. (s.f.). *Nissan NP300*. <https://www.nissan.com.mx/vehiculos/todos/np300.html> Último acceso: Octubre de 2023.
- Padilla Romero, K. (2007). *Medios de transporte, carga y seguro*. Universidad Estatal a Distancia (UNED). México.
- Papacostas, C. S. (2007). *Transportation Engineering and Planning*. Pearson/Prentice Hall. 3rd ed. New Jersey, USA.
- Pérez, E. (2021). *Los pasos de peatones “inteligentes” se extienden por España: así alertan a los conductores cuando una persona se acerca*. Xataka. <https://www.xataka.com/vehiculos/pasos-peatones-inteligentes-se-extienden-espana-asi-alertan-a-conductores-cuando-persona-se-acerca> Último acceso: octubre de 2023.
- Rafael, M. & Sánchez, L. (2014). *Análisis de las características y capacidad de diseño de los vehículos de carga considerando la potencia y torque del motor del vehículo*. Instituto Mexicano del Transporte. Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Querétaro, México.
- Redacción El Economista. (2022). *Lento, muy lento, el Metro de la CDMX es cada vez más lento*. El Economista. <https://www.economista.com.mx/estados/Lento-muy-lento-el-Metro-de-la-CDMX-es-cada-vez-mas-lento-20221123-0065.html> Último acceso: noviembre de 2023.
- Redacción El Universal. (2019). *CDMX es la cuarta ciudad más lenta del mundo y la primera a nivel nacional*. El Universal. <https://www.eluniversal.com.mx/autopistas/cdmx-es-la-cuarta-ciudad-mas-lenta-del-mundo-y-la-primera-nivel-nacional/> Último acceso: noviembre de 2023.
- Retos en Supply Chain. (2023). *Transporte multimodal: ¿qué es?*. EAE Business School Barcelona. España. <https://retos-operaciones-logistica.eae.es/transporte-multimodal-que-es/> Último acceso: octubre de 2023.
- Robles, A. (2016). *Los sistemas de bicicleta pública en México*. Noticias Pasajero 7. Jalisco, México. <https://www.pasajero7.com/los-sistemas-de-bicicleta-publica-en-mexico/> Último acceso: noviembre de 2023.
- Rodrigue, Jean-Paul (2020). *The geography of transport systems*. Routledge. 5th ed. London, England.
- Rodríguez López, J. & Navarro Benítez, B. (1999). *El transporte urbano de pasajeros de la Ciudad de México en el siglo XX*. Comité Editorial del Gobierno del Distrito Federal. México.
- Romo de Vivar Arriaga, C. (2019). *Políticas para la movilidad urbana*. Dirección de Movilidad y Transporte. México.
- SAP Transportation Management (s.f.). *¿Qué es un sistema de gestión de transporte (TMS)?*. SAP. <https://www.sap.com/latinamerica/products/scm/transportation-logistics/what-is-a-tms.html> Último acceso: septiembre de 2023.
- Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT). (2016). *Misión y visión de la SCT*. Gobierno de México. <https://www.sct.gob.mx/informacion-general/> Último acceso: octubre de 2023.
- Secretaría de Turismo (s.f.). *Turibus, el autobús panorámico para la ciudad que debe ser vista*. gob.mx. <https://www.gob.mx/sectur/articulos/turibus-el-autobus-panoramico-para-la-ciudad-que-debe-ser-vista> Último acceso: septiembre de 2023.

- SEMOVI. (s.f.). *Cablebús línea 2 Constitución de 1917-Santa Marta*. Gobierno de la Ciudad de México. México. <https://semovi.cdmx.gob.mx/storage/app/media/jdg-cablebus-210808linea-2-constitucion-santa-marta.pdf>
- Servicio de Administración Tributaria (SAT). (s.f.). *Emprendedor, conoce los regímenes fiscales de las personas físicas*. Secretaría de Hacienda y Crédito Público. <https://www.sat.gob.mx/consulta/09788/emprendedor,-conoce-los-regimenes-fiscales-de-las-personas-fisicas> Último acceso: noviembre de 2023.
- Servicio de Transportes Eléctricos (STE) (2022, 11 septiembre). *Inician pruebas operativas del Trolebús Elevado*. Gobierno de la Ciudad de México. México. <https://gobierno.cdmx.gob.mx/noticias/inician-pruebas-operativas-del-trolebus-elevado/#:~:text=La%20flota%20est%C3%A1%20integrada%20por,la%20L%C3%ADnea%202%20del%20Cableb%C3%BA> Último acceso: septiembre de 2023.
- Servicio de Transportes Eléctricos. (2020, 7 julio). *Nuevos trolebuses 2020*. Gobierno de la Ciudad de México. México.
- Servicio de Transportes Eléctricos. (2020, 7 julio). *Nuevos trolebuses 2020*. Gobierno de la Ciudad de México. México.
- Sussman, J. (2005). *Perspectives on intelligent transportation systems (ITS)*. Springer. Massachusetts, USA.
- Sussman, J. (2006). *Introducción a los sistemas de transporte*. 1st ed.
- Teodorovic, D. & Janic, M. (2017). *Transportation Engineering: theory, Practice, and Modeling*. Elsevier. Reino Unido.
- Tracks Bikefriendly. (s.f.). *Velocidad: ¿A cuánto ir por carretera y montaña?*. Tracks Bikefriendly. Mallorca, España. <https://tracksbikefriendly.com/velocidad-a-cuanto-ir-por-carretera-y-montana/#:~:text=Sin%20embargo%2C%20si%20el%20ciclista,30%20kil%C3%B3metros%20horas%20con%20facilidad>. Último acceso: noviembre de 2023.
- Tejedo. (s.f.). *Triciclos de carga*. <http://triciclosdecarga.com/> Último acceso: octubre de 2023.
- Truper. (s.f.). *Diablos*. <https://www.truper.com/herramientas/manuales/de-carga/diablos> Último acceso: octubre de 2023.
- Vázquez Nájera, L., Martínez Ortega, Ma. de los Á., & Jiménez García, M. (2021). La administración del transporte urbano: alternativa de uso sustentada en la educación sostenible. In RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo (Vol. 11, Issue 22). Centro de Estudios e Investigaciones para el Desarrollo Docente - CENID.
- Velásquez, M. (s.f.). *Contaminación, automóviles y calidad del aire*. Onu-Habitat. <https://onuhabitat.org.mx/index.php/contaminacion-automoviles-y-calidad-del-aire> Último acceso: noviembre de 2023.
- Volkswagen. (s.f.). *Un camión Volkswagen para todo tipo de negocio*. <https://vwcamionesybuses.com.mx/camiones/> Último acceso: octubre de 2023.
- Vuchic, Vukan R. (2005). *Urban Transit: Operations, Planning and Economics*. John Wiley & sons, Inc. Hoboken, New Jersey.
- Vuchic, Vukan R. (2007). *Urban Transit: Systems and Technology*. John Wiley & sons, Inc. Hoboken, New Jersey.
- William, W. (1961). *An introduction to transportation engineering*. John Wiley & Sons. 2nd ed. USA.