



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Ingeniería de transporte y movilidad  
urbana: Análisis histórico comparativo  
de las soluciones de transporte y  
políticas urbanas en Ámsterdam,  
Santiago, Tokio, Sao Paulo y Ciudad de  
México**

**TESIS**

Que para obtener el título de  
**Ingeniero Civil**

**P R E S E N T A**

Daniel Marcelo Vázquez Pineda

**DIRECTORA DE TESIS**

Dra. Michiko Amemiya Ramírez



**Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2026**



**PROTESTA UNIVERSITARIA DE INTEGRIDAD Y  
HONESTIDAD ACADÉMICA Y PROFESIONAL  
(Titulación con trabajo escrito)**



De conformidad con lo dispuesto en los artículos 87, fracción V, del Estatuto General, 68, primer párrafo, del Reglamento General de Estudios Universitarios y 26, fracción I, y 35 del Reglamento General de Exámenes, me comprometo en todo tiempo a honrar a la institución y a cumplir con los principios establecidos en el Código de Ética de la Universidad Nacional Autónoma de México, especialmente con los de integridad y honestidad académica.

De acuerdo con lo anterior, manifiesto que el trabajo escrito titulado INGENIERIA DE TRANSPORTE Y MOVILIDAD URBANA: ANALISIS HISTORICO COMPARATIVO DE LAS SOLUCIONES DE TRANSPORTE Y POLITICAS URBANAS EN AMSTERDAM, SANTIAGO, TOKIO, SAO PAULO Y CIUDAD DE MEXICO que presenté para obtener el título de INGENIERO CIVIL es original, de mi autoría y lo realicé con el rigor metodológico exigido por mi Entidad Académica, citando las fuentes de ideas, textos, imágenes, gráficos u otro tipo de obras empleadas para su desarrollo.

En consecuencia, acepto que la falta de cumplimiento de las disposiciones reglamentarias y normativas de la Universidad, en particular las ya referidas en el Código de Ética, llevará a la nulidad de los actos de carácter académico administrativo del proceso de titulación.

---

**DANIEL MARCELO VAZQUEZ PINEDA**  
Número de cuenta: 312148973



## Prefacio

El artículo 1° de la Ley Orgánica de la Universidad establece que el fin de la Universidad Nacional Autónoma de México, es:

*“...impartir educación superior para formar profesionistas, investigadores, profesores universitarios y técnicos útiles a la sociedad; **organizar y realizar investigaciones, principalmente acerca de las condiciones y problemas nacionales**, y extender con la mayor amplitud posible los beneficios de la cultura.”*

### **[Enfásis Añadidos]**

Este mandato de la Universidad es producto de las intensas discusiones sobre la educación, y en particular sobre el papel de la educación superior en la conformación de un estado postrevolucionario, que se desarrollaron durante el mandato de Lázaro Cárdenas como presidente. Periodo durante el cual, se estableció la educación socialista como modelo rector de la educación pública que impartiría el estado y al cual las elites de la Universidad Nacional se negaban a obedecer.

Fue el establecimiento del servicio social, propuesto por Gustavo Baz Prada a Lázaro Cárdenas como la forma en la cual la Universidad Nacional socializaría sus conocimientos, el que convenció al presidente de mantener a la Universidad Nacional como institución estatal, dotarla de presupuesto y otorgarle su autonomía bajo los términos del Art. 1° de la Ley Orgánica de la Universidad.

Por tal motivo, realizar una tesis y ponerla a disposición pública como forma de socializar el conocimiento, es parte del servicio social que debemos realizar los estudiantes que recibimos una educación profesional pagada a través de la riqueza que produce la enorme mayoría trabajadora y campesina del país.

Este trabajo debe realizarse no como un trámite establecido para la obtención de un título o grado, si no con la conciencia y convicción de que si bien su desarrollo no puede plantear una solución definitiva a los grandes problemas

nacionales, debe, al menos, demostrar que se cuenta con los conocimientos que se esperan del estudiante que aspira a la obtención de su título al final de sus estudios y, que los mismos, serán puestos a disposición del mejoramiento general de las condiciones nacionales.

Con ese pensamiento fue que decidí emprender mi investigación acerca de la Ingeniería de Transporte y movilidad urbana. Uno de los problemas que más afecta la vida de las personas que habitan en las ciudades y cuyo estudio se debe llevar a cabo con un enfoque interdisciplinario.

En un inicio, como casi todas las tesis que se desarrollan, se planteó como *“la panacea de la ingeniería de los sistemas de transporte”*, buscando la integración de cuatro ejes: el técnico, el histórico - social, el económico y el ambiental. Al final, como casi todas las tesis que se desarrollan, guiado por la sabiduría de mi asesora, decidí acotarla a dos ejes principales: el histórico – social y el técnico, incluyendo en ellos algunos rasgos económicos y ambientales.

El resultado final fue satisfactorio y, si bien no es *“la panacea de los sistemas de transporte”*, con él espero aportar un poco a los estudios que se desarrollan sobre los problemas expuestos.

Aunque bien pude optar por abordar el eje económico o el ambiental (más “ad hoc” al estereotipo de los ingenieros), pienso que la exposición de los temas de las ciencias sociales en los términos de la ingeniería es algo que debe fomentarse más en la formación de los ingenieros.

La importancia de lo anterior se presenta en el alto índice de reprobación que tienen las materias impartidas por la División de Ciencias Sociales y Humanidades de la Facultad de Ingeniería. Tal índice es consecuencia de la presentación de exámenes extraordinarios como forma de acreditar materias concernientes a semestres posteriores a los que corresponden los estudiantes que los presentan. Demostrando la poca importancia que los estudiantes le

dan a esas materias y que se fomenta, también, por un sector del cuerpo docente.

En ese sentido, formar a ingenieros (en particular ingenieros civiles) que diseñan la infraestructura que facilita las actividades humanas, sin tomar en cuenta el factor humano es algo que, a mi parecer, es impropio de la formación que se espera de los Ingenieros en la Universidad Nacional.

En suma, espero que mi trabajo sea congruente con mi pensamiento y demuestre, tanto mi formación profesional como la utilidad que espero tener en la superación histórica de las condiciones materiales actuales.

Es así como, con mucho más que agregar, pero sin la ocasión para desarrollarlo, me resulta necesario proseguir con los agradecimientos protocolarios.

### **Agradecimientos**

En primera instancia, como miembro de una familia que ha vivido en la modestia, me gustaría agradecer a todas las conciencias que, en diferentes etapas históricas, han defendido la gratuidad de la educación superior, bajo la firme convicción de que aportar al mejoramiento de las condiciones generales en las que vive la población y la **posibilidad** del mejoramiento de las condiciones individuales, a través del ejercicio profesional, no son una contradicción, si no una relación dialéctica que resumo en la frase *“la suerte de uno es la suerte de todos”*. Sin ellas, el acceso a la educación superior y el desarrollo de mis capacidades intelectuales se me hubieran presentado más lejanas.

Al trabajo de mi madre, cuyos infinitos desvelos y no menos enojos me permitieron obtener el tiempo necesario, la (in) disciplina y condiciones materiales necesarias (y un poco más) para dedicar mi tiempo a la formación profesional que obtuve durante mis años en la facultad.

Al cuidado de mi abuelita que me nutrió, protegió y formó con su enorme bondad, su acentuada experiencia y su más que infinita paciencia.

A mis tíos y mis primos que me brindaron su apoyo moral incondicional y material para la realización de mis estudios.

Profundo agradecimiento y respeto a mi asesora, la Dra. Michiko Amemiya Ramírez quien no sólo me otorgó su paciencia durante cuatro años, sino también su confianza para permitirme desarrollar el tema a mi manera y su tiempo para guiarme, corregirme y señalarme las desviaciones que pudiera haber tenido durante la escritura de mi trabajo.

Gracias especiales a la compañera Alejandra cuyo apoyo incondicional me resultó indispensable para la culminación de este trabajo, gracias por los consejos que me otorgó desde su formación científica como investigadora y gracias especiales por confiar en que lograría terminar este capítulo de mi vida.

Enorme agradecimiento al Dr. en economía Claudio Arturo Todd Chagoya, compañero y camarada cuyas recomendaciones bibliográficas me ayudaron a encontrar fuentes de información, las cuales aportaron una pequeña, pero muy importante fracción del sustento teórico - económico de mi trabajo.

Agradecerles a todas las personas que, lo recuerden o no, durante estos cuatro años se tomaron el tiempo, la mayoría obligados por mi necesidad, para escucharme y/o leer un fragmento de mi redacción, de los cuales, a falta de mi memoria, mencionaré solo a los compañeros Octavio, Guillermo, Olga, Isaías y al club de escritura del Dr. Dulcamara.

Gracias a mis camaradas del Grupo Acción Revolucionaria, con quienes he compartido un mismo sendero político al que me ataño y me niego a renunciar, desde nuestras diferentes perspectivas, desde nuestras diferentes trincheras *¡conquistaremos un mundo mejor!* A la Lic. **Alejandra**, al Mtro. **Walter**, a la Lic. **Genoveva**, al Odontólogo **Víctor**, al Dr. **Julián**, al Mtro. **Octavio**, al Dr. **Claudio (Todd)**, a la Lic. **Magali**, al Ing. **Daniel**, a **Antonio (Toño)**, a la Lic. **Dulce**, al Lic. **Osmany**, al Odontólogo **Miguel**, a la Lic. **Shahin**, a **Isaías (Rosh)**, al futuro Ing. **Guillermo**, a la residente en medicina **Mariana**, al Mtro.

**Diego**, a **Esteban**, a **Odette**, al Odontólogo y Lic. en antropología **Alfredo** y a **Nath** a quienes deseo mencionar así, con sus títulos y grados porque aunque entre nosotros son papeles sin significado, son la herramienta mediante la cual irrumpimos en la élite burocrática - académica y desmantelamos el mito de la militancia en la Universidad.

A Mar, Jess, Diego y Zapata, descansen en paz construiremos un mundo en el que nadie nos los pueda volver a arrebatarnos.

Un reconocimiento, agradecimiento y abrazo enorme y especial hasta donde estén a mis profesores Aurelio, Echeverría, Pablo y Manuel, así como a las profesoras Bengoa, Luz y Yépez de la Escuela Nacional Preparatoria número 2 de quienes recibí más que una formación académica excepcional un espacio seguro para platicar mis importantísimos problemas adolescentes y una invaluable formación humana.

Porque reconozco que soy un individuo producto de quienes me formaron, con quienes he convivido y de quienes me precedieron, gracias a todas las otras personas de cuyo camino me he separado momentáneamente a la agrobandida Viviana, Manuel e Itandeuí, mis amigas Nickté, Ruth e Isadora, a las inges hippies y rebeldes Sonia y Marisol, a las carnalitas Sahri y Carla, a mis compillas Gabriel, Bruno y Alejandro y a todos los que no caben en estas páginas, pero tienen un espacio en mi corazón y de alguna u otra forma aportaron a mi conciencia y a mi experiencia humana y profesional, nos volveremos a encontrar en la construcción de un mundo mejor.

*Solo a través de los ojos de los demás nos reconocemos a nosotros  
mismos....*

## Índice

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| Introducción.....                                                | 1  |
| Hipótesis.....                                                   | 4  |
| Objetivo general .....                                           | 5  |
| Metodología.....                                                 | 6  |
| 1. Conceptos Generales .....                                     | 8  |
| 1.1 Definiciones .....                                           | 8  |
| 1.2 Clasificación del transporte .....                           | 9  |
| 1.2.1 Ámbito .....                                               | 9  |
| 1.2.2 Medio.....                                                 | 9  |
| 1.2.3 Modo .....                                                 | 10 |
| 1.3 Sostenibilidad.....                                          | 10 |
| 1.3.1 Sostenibilidad urbana .....                                | 11 |
| 1.3.2 Indicadores de sostenibilidad urbana .....                 | 13 |
| 2. Movilidad urbana .....                                        | 16 |
| 2.1 Red vial.....                                                | 17 |
| 2.1.1 Sistema vial urbano .....                                  | 17 |
| 2.2 Tránsito .....                                               | 19 |
| 2.2.1 Demanda vehicular y oferta vial .....                      | 20 |
| 2.2.2 Volumen de tránsito.....                                   | 21 |
| 2.2.3 Problema de tránsito .....                                 | 23 |
| 2.2.3.1 Factores que intervienen en el problema de tránsito..... | 24 |
| 2.2.3.2 Tipos de soluciones.....                                 | 27 |
| 2.2.3.3 Bases para una solución .....                            | 30 |
| 2.3 Modos de transporte urbano .....                             | 31 |
| 2.4 Capacidad de un camino .....                                 | 32 |
| 2.5 Derecho de vía.....                                          | 32 |
| 2.6 Velocidad .....                                              | 32 |
| 2.6.1 Un hecho relevante sobre la velocidad de operación .....   | 35 |
| 2.7 Accidentabilidad .....                                       | 37 |
| 3. Viajantes .....                                               | 43 |
| 3.1 Concepto de viajante .....                                   | 44 |
| 3.2 Derecho a la movilidad.....                                  | 47 |

|         |                                                        |     |
|---------|--------------------------------------------------------|-----|
| 3.3     | Diseño de experiencia.....                             | 49  |
| 3.3.1   | Indicadores de la experiencia.....                     | 53  |
| 3.4     | Accesibilidad .....                                    | 56  |
| 3.5     | Género y movilidad .....                               | 58  |
| 4.      | Ciudades de estudio .....                              | 63  |
| 4.1     | El problema de tránsito en el mundo.....               | 63  |
| 4.1.1   | Sao Paulo, Brasil.....                                 | 66  |
| 4.1.1.1 | Tiempos de viaje .....                                 | 72  |
| 4.1.1.2 | Género .....                                           | 74  |
| 4.1.1.3 | Distribución socioeconómica de la población .....      | 76  |
| 4.1.1.4 | Distribución en la infraestructura de transporte ..... | 78  |
| 4.1.1.5 | Volúmenes de tránsito.....                             | 79  |
| 4.1.1.6 | Accidentabilidad y mortalidad.....                     | 81  |
| 4.1.1.7 | Emisiones de gases de efecto invernadero.....          | 82  |
| 4.1.2   | Tokio, Japón.....                                      | 82  |
| 4.1.2.1 | Tiempos de viaje .....                                 | 92  |
| 4.1.2.2 | Género .....                                           | 93  |
| 4.1.2.3 | Distribución socioeconómica de la población .....      | 95  |
| 4.1.2.4 | Distribución en la infraestructura de transporte ..... | 97  |
| 4.1.2.5 | Volúmenes de tránsito.....                             | 99  |
| 4.1.2.6 | Accidentabilidad y mortalidad.....                     | 101 |
| 4.1.2.7 | Emisiones de gases de efecto invernadero.....          | 102 |
| 4.1.3   | Santiago, Chile .....                                  | 102 |
| 4.1.3.1 | Tiempos de viaje .....                                 | 107 |
| 4.1.3.2 | Género .....                                           | 109 |
| 4.1.3.3 | Distribución socioeconómica de la población .....      | 111 |
| 4.1.3.4 | Distribución en la infraestructura de transporte ..... | 112 |
| 4.1.3.5 | Volúmenes de tránsito.....                             | 113 |
| 4.1.3.6 | Accidentabilidad y mortalidad.....                     | 115 |
| 4.1.3.7 | Emisiones de gases de efecto invernadero.....          | 117 |
| 4.1.4   | Ámsterdam, Países Bajos .....                          | 118 |
| 4.1.4.1 | Tiempos de viaje .....                                 | 122 |
| 4.1.4.2 | Género .....                                           | 123 |

|         |                                                         |     |
|---------|---------------------------------------------------------|-----|
| 4.1.4.3 | Distribución socioeconómica de la población .....       | 125 |
| 4.1.4.4 | Distribución en la infraestructura de transporte .....  | 125 |
| 4.1.4.5 | Volúmenes de tránsito.....                              | 127 |
| 4.1.4.6 | Accidentabilidad y mortalidad.....                      | 129 |
| 4.1.4.7 | Emisiones de gases de efecto invernadero.....           | 130 |
| 4.1.5   | Ciudad de México.....                                   | 130 |
| 4.1.5.1 | Tiempos de viaje .....                                  | 141 |
| 4.1.5.2 | Género .....                                            | 142 |
| 4.1.5.3 | Distribución socioeconómica de la población .....       | 144 |
| 4.1.5.4 | Distribución en la infraestructura de transporte .....  | 146 |
| 4.1.5.5 | Volúmenes de tránsito.....                              | 148 |
| 4.1.5.6 | Accidentabilidad y mortalidad.....                      | 150 |
| 4.1.5.7 | Emisiones de gases de efecto invernadero.....           | 151 |
| 5.      | Discusión de resultados.....                            | 152 |
| 5.1     | Segregación espacial y accesibilidad al transporte..... | 152 |
| 5.2     | Modos de transporte utilizados .....                    | 154 |
| 5.3     | Género .....                                            | 156 |
| 5.4     | Distribución en la infraestructura de transporte.....   | 157 |
| 5.5     | Accidentabilidad y mortalidad .....                     | 159 |
| 5.6     | Emisiones de gases de efecto invernadero .....          | 162 |
| 6.      | Conclusiones .....                                      | 165 |
|         | Referencias .....                                       | 170 |

## Introducción

A partir de la conformación de las ciudades, como centros de trabajo durante la era industrial (Engels, F. 1845/2019) y el desarrollo del transporte motorizado en ellas, se desarrolló la visión tradicional del transporte, la cual pone al automóvil como centro de la solución (Cal y Mayor, 2018).

Es la Ingeniería de Transporte la encargada, de aplicar los conocimientos técnicos y científicos para el estudio planeación, operación y administración de los modos de transporte empleados en las soluciones propuestas (ITE, En: Martínez Hernández, 2013, p. 35).

En cambio, la Ingeniería de Tránsito se encargada de diseñar el tamaño de las vialidades, las rutas de transporte y volúmenes de diseño; así como el trazo geométrico y, en algunos casos, el diseño estructural de los modos de transporte que los habitantes usarán (ITE, 2021).

Durante el s.XIX ambas disciplinas, siguieron la visión tradicional del transporte, lo que dio paso a un diseño urbano determinado por la expansión de la red vial, destinada a satisfacer el flujo de los vehículos a través de la ciudad (Mohíno, I, 2021 En: Ruiz-Apilánez, B. y Solís E. (Eds.)).

La visión tradicional del transporte considera, además, el problema del transporte en las ciudades como un problema estrictamente técnico, determinado por la oferta vial (la cantidad de vehículos que pueden circular en una sección transversal de la carretera) y la demanda vehicular (la cantidad de vehículos que desean desplazarse) (Cal y Mayor, 2018).

Sin embargo, a diferencia de un sistema de distribución de agua o energía eléctrica, donde el movimiento de las partículas o de los electrones obedece a leyes físicas que pueden modelarse y, por tanto, dirigirse a través de las tuberías o el tendido eléctrico de la red de transmisión con precisión matemática, el movimiento de las personas en las ciudades se determina no por leyes físicas, si no por las motivaciones personales de cada uno de sus habitantes, que surgen a partir de sus necesidades humanas.

La concentración poblacional de las ciudades y la interacción de las personas entre sí, entre y con los elementos físicos que componen la red vial, los vehículos y el entorno; crean condiciones especiales para el tránsito de los vehículos (Cal y Mayor, 2018) que lo distinguen de un problema físico. Estas condiciones dificultan la movilidad y dan paso a lo que se conoce como el problema de tránsito (Vasconcellos, E., 2015), el cual se han propuesto resolver la Ingeniería de Transporte y la Ingeniería de Tránsito.

A pesar de conocer estas condiciones ambas disciplinas han actuado acorde a la visión tradicional del problema e ignorado el factor humano dentro de sus análisis respecto al flujo de vehículos y personas (Coxon, S., 2019).

¿Existen teorías sobre la movilidad que incorporen el factor humano dentro de sus soluciones? ¿Será el factor humano la razón por la que ciertas soluciones, exitosas en una ciudad, fracasan al implementarse en otras?

El presente trabajo busca responder a ambas preguntas utilizando como metodología una confrontación teórica, dialéctica materialista para elaborar una investigación tanto cualitativa como cuantitativa del desarrollo histórico particular del transporte y la movilidad en Ámsterdam, Santiago, Tokio, Sao Paulo y Ciudad de México; así como la influencia de las políticas de transporte implementadas en cada una de ellas.

Para ello, se generó una revisión crítica del contexto de cada una de las ciudades, a través del desarrollo de los conceptos utilizados tanto por la Ingeniería de Transporte, como por los urbanistas y sociólogos que se dedican a la formulación de soluciones integrales al problema de tránsito.

Fue así como se confirmó que el factor humano interviene en el éxito de las soluciones planteadas y que existen teorías integrales que plantean nuevas soluciones; no obstante, también se encontró que el contexto cultural tampoco define necesariamente el éxito de estas soluciones, si no que depende también de otros factores.

¿Cuáles son esas teorías? y ¿Qué otros factores intervienen en el éxito de estas soluciones? Son preguntas a las que la presente investigación también logra responder, mediante la exposición de algunas investigaciones que las incorporaron en su metodología y resultados.

Finalmente, resulta preciso señalar que en el desarrollo de las “nuevas” teorías, la literatura e introducción de nuevos términos para el estudio de la movilidad y el problema de tránsito han sido elaboradas y/o escritas por profesionistas afines a las ciencias sociales.

Por lo anterior, si bien es cierto que una de las conclusiones principales del presente trabajo es la colaboración multidisciplinaria en la búsqueda de soluciones también lo es que, uno de los objetivos que surgió de forma orgánica a lo largo de su desarrollo es servir como carta abierta a los compañeros y compañeras de profesión, presentes y futuros, a ahondar más en estos temas. Si existen sociólogos, economistas y arquitectos capaces de hablar del transporte en los términos de la ingeniería, los ingenieros e ingenieras no solo pueden si no deben abordar, desde la perspectiva de la ingeniería, el transporte en los términos de las ciencias sociales.

## **Hipótesis**

Como punto de partida, para la presente investigación se planteó la siguiente hipótesis:

Las personas que habitan ciudades donde se han implementado soluciones integrales al problema de tránsito, que responden a los procesos históricos tanto económicos como sociales que atraviesan y han atravesado, viven con mayor accesibilidad a la movilidad que en aquellas cuyas soluciones consisten en copiar soluciones exitosas pero descontextualizadas o basadas en la visión tradicional persiguiendo el éxito puramente económico.

## **Objetivo general**

A partir de la hipótesis formulada como objetivo general de la investigación se estudiarán las políticas que se han instrumentado para solucionar el problema de tránsito en las ciudades de Tokio, Ámsterdam, Santiago, Sao Paulo y Ciudad de México, para conocer las condiciones en las que se da la movilidad en ciudades de países que atraviesan una fase de desarrollo económico más avanzado y compararlas con aquellas donde se superponen los estratos económicos atrasados con los avanzados.

Para alcanzar dicho objetivo se realizarán los siguientes **objetivos particulares**:

- Conocer las características de los modos de transporte utilizados en los sitios de estudio a través de la definición de conceptos incluidos en el estudio del transporte y la movilidad en el ámbito urbano;
- Exponer los criterios técnicos, económicos, sociales y culturales que intervienen en la solución al problema de tránsito;
- Investigar sobre los términos contemporáneos usados para el estudio de la movilidad, y
- Describir el contexto histórico de las soluciones al problema de tránsito implementadas en las ciudades de estudio.

## **Metodología**

Para el presente trabajo se utilizaron los términos, indicadores y conceptos utilizados tanto por la Ingeniería de Transporte como por los estudios sociales de movilidad urbana, para el estudio de las condiciones bajo las que se realiza el transporte en las ciudades.

Esta base se enmarca en la primera parte del presente, enfocada en la definición y descripción de los conceptos técnicos, usados en el estudio clásico de la Ingeniería de Transportes, así como en los conceptos sociológicos, usados por los autores contemporáneos para el estudio de las condiciones en las que se da la movilidad.

La segunda parte, comprende la descripción de las condiciones bajo las que se da el transporte en las ciudades de estudio, los indicadores de movilidad obtenidos en la investigación, su comparación y las conclusiones.

La selección de las ciudades se realizó tomando en cuenta el estado económico y de desarrollo en el que se encuentran, así como la importancia que tienen en el desarrollo de los países a los que pertenecen. Intencionalmente se seleccionaron dos ciudades de los llamados países desarrollados, Ámsterdam y Tokio y tres ciudades latinoamericanas en vías de desarrollo Santiago, Sao Paulo y Ciudad de México. Con el fin de contrastar las soluciones propuestas en cada una de ellas, pero sobre todo conocer el contexto histórico bajo el cual cada una de ellas llegó a sus propias soluciones e identificar las razones económicas y sociales históricas que las llevaron a ellas, para de esta forma responder a la pregunta ¿Es apropiado tratar de emular las soluciones dadas bajo contextos distintos?

Para la obtención de los indicadores de movilidad, descripción y análisis de las condiciones socioeconómicas e historia de cada ciudad, se realizó una revisión histórica a través de fuentes de información mixtas, que incluyen fuentes bibliográficas, videos, documentales, reportajes, notas periodísticas, artículos de divulgación de las ciudades de estudio, así como fuentes geográficas provenientes de entidades gubernamentales de cada país u organismos internacionales como la ONU y la OCDE.

Para una correcta comparación se trataron de obtener indicadores de años similares, así como estadísticas que mostraran datos análogos. Sin embargo, debido a la diferencia de operación de las instancias consultadas, así como las diferencias en la presentación de los resultados entre autores, instituciones y organizaciones esto no se cumplió en el 100% de los casos. Sin embargo, los datos obtenidos son lo suficientemente cercanos entre ellos para hacer una comparación válida entre cada ciudad.

## **1. Conceptos Generales**

### **1.1 Definiciones**

Para los propósitos de este trabajo se utilizarán las siguientes:

#### **Ingeniería de Tránsito (ITE, 2021):**

“Fase del proyecto de la ingeniería del transporte que tiene que ver con la planeación segura y eficiente, el proyecto geométrico y la operación del tránsito por calles y carreteras, sus redes, terminales, tierras adyacentes y su relación con otros modos de transporte motorizados y no motorizados”.

#### **Ingeniería de Transporte (Instituto de Ingeniería de la UNAM, 2022):**

“Aplicación de los principios tecnológicos y científicos a la planeación, al proyecto funcional, a la operación y a la administración de las diversas partes de cualquier modo de transporte, con el fin de proveer la movilización de personas y mercancías de una manera segura, rápida, confortable, conveniente, económica y compatible con el ambiente”

#### **Movilidad (Maximiliano Velázquez, 2017, Derecho a la Movilidad. En: Zunino-Singh, D., Giucci, G., Jirón, P., (Eds.) 2018):**

“Desplazamiento de las personas en un territorio para la plena satisfacción de sus necesidades y el desarrollo económico, social y cultural de la sociedad.”

#### **Transportar (RAE, 2022):**

“Llevar una cosa o persona (s) de un lugar a otro”.

#### **Transporte (Islas Rivera y Lelis Zaragoza, 2007):**

“Conjunto de acciones que se repite constantemente; que tiene por objeto el cambio de posición con respecto al espacio de personas y/o cosas, cuya utilidad es mayor en otro lugar. Además, por esto último, se encuentra íntimamente ligado a eventos económicos y sociales, por lo que reviste gran importancia al condicionar la realización de tales eventos a las características de cantidad, calidad y de forma que se puedan otorgar a las acciones de traslado. Por ello, es un fenómeno

complejo, con características especiales, que incluso dependen del enfoque con que se analicen.”

**Viajante<sup>1</sup> (Tomás Errazuriz, 2017, Pasajeros. En: Zunino-Singh, D., Giucci, G., Jirón, P., (Eds.) 2018):**

“Persona que protagoniza un viaje regular de su casa a algún otro destino como parte de su rutina y forma de interacción con el ámbito urbano”.

## **1.2 Clasificación del transporte**

De acuerdo con las características físicas utilizadas en el transporte es posible clasificarlo en aspectos como el medio, ubicación y modo, en el cual se desenvuelve (Cal y Mayor, 2018).

### **1.2.1 Ámbito**

El ámbito del transporte es el límite del ambiente social dentro del que se mueve o da servicio el transporte (Vargas, E, 2012).

De acuerdo con esta definición el transporte puede clasificarse como:

- Urbano si el transporte se realiza únicamente dentro de los límites de las ciudades
- Suburbano si se realiza entre los suburbios de una ciudad y esta.
- Interurbano si se realiza entre diferentes ciudades
- Rural si se realiza únicamente en el ambiente social rural
- Internacional si se realiza entre diferentes países

### **1.2.2 Medio**

Es el espacio físico por el cual se realiza el transporte, del cual se pueden distinguir tres principales: Acuático, Aéreo y terrestre (Cortes E., 2018).

---

<sup>1</sup> Este término es distinto al de *traveler* o viajero en español ver capítulo “viajantes”.

### **1.2.3 Modo**

Los modos de transporte son las entidades que tienen una similitud tecnológica, operativa y administrativa que se traduce en una forma específica de trasladar a las personas y/o bienes (Cortés E., 2018).

Los modos de transporte se dividen en unidades móviles a través de las que se efectúa el transporte a estas se les conoce como unidades transportadoras (Cal y Mayor, 2018).

#### Vehículos

Los vehículos son aparatos que se mueven dentro del ámbito y medio para el que se diseñan y cuya utilidad es la de mover personas o cosas. Ejemplos de vehículos motorizados son: Automóviles, motocicletas, barcos y aviones. Vehículos no motorizados lo son las bicicletas, los patines, las patinetas los monociclos, etc (Cal y Mayor, 2018).

Algunos otros modos de transporte son:

- Caminata
- Cabinas
- Bandas transportadoras
- Escaleras mecánicas

### **1.3 Sostenibilidad**

De acuerdo con la literatura consultada para la elaboración de este trabajo (Villa, et al. 2020; Cal & Mayor, 2018; Jirón, 2007 y 2018; Miralles-Guasch, 2002; Mohino, 2021, Zunino, et al. (Eds.) 2018), se identificó que la sostenibilidad es un concepto cuya definición no es consistente a través de los distintos autores. Sin embargo, se advierte la existencia de elementos comunes entre ellas, suficiente para afirmar que al hablar de sostenibilidad se habla de la búsqueda del desarrollo económico, disminuyendo el impacto de la actividad humana y previniendo la contaminación, de forma tal que se proteja al ambiente y la identidad cultural de las personas.

Al respecto del transporte Whitelegg, 1993. En: Miralles-Guasch (2002) menciona:

*Otra línea de las características de la movilidad futura es la que se plantea a partir de posiciones ecológicas. En este nuevo paradigma, la movilidad de la ciudad actual, caracterizada, sobre todo, por la resolución de la necesidad de desplazamiento mediante los medios de transporte privados, es un hecho negativo para la propia ciudad y para el medio ambiente en general (European - Community). No existen solo problemas de congestión y de pérdidas de tiempo, que se han valorado en las esferas economicistas, sino que hay que añadir también problemas que influyen más directamente en el medio ambiente, como el derroche de recursos no renovables, en los cuales hay que incluir tanto las cuestiones energéticas como el aire y el espacio público.*

Independientemente de la fuente de información que se revise y el examen que se realice con ella, todo indica que la principal fuente de contaminación atmosférica en las grandes metrópolis del mundo es el transporte urbano de combustión interna (Salazar y Lezama, Coords., 2008).

A diferencia de las ciudades con políticas que fortalecen los esquemas de movilidad pública masiva, en las ciudades donde se permite el continuo deterioro del transporte público, la adquisición de un vehículo se convierte en una necesidad que se satisface una vez superado un presupuesto familiar mínimo que lo permita (Salazar y Lezama, Coords., 2008). Ello conlleva un impacto significativo en el parque vehicular de las ciudades y por tanto en volúmenes de tránsito y las emisiones que ambos generan.

A continuación, se enuncian algunas reflexiones sobre su origen y soluciones en las grandes ciudades, así como la forma en la que se presentan los resultados de estas mediciones.

### **1.3.1 Sostenibilidad urbana**

De acuerdo con Villa, et, al. (2020), se puede hablar de sostenibilidad, en el transporte y el uso de la infraestructura destinada a ello, cuando las personas que

lo utilizan tienen el mismo acceso a bienes y servicios de una manera eficiente, en la cual al mismo tiempo se protege al ambiente, la identidad cultural de las personas y los ecosistemas.

La acumulación de CO<sub>2</sub> en la atmósfera y otros gases causan un efecto invernadero que eleva la temperatura del planeta, causando el cambio climático (Ortega, R., 2007).

Al respecto, el sector transporte es fundamental para enfrentar el cambio climático, pues si la flota vehicular sigue aumentando, aparte de la contaminación ambiental, el espacio en las ciudades ya no será suficiente (Molina, M. En: Ortega, R., 2007).

Durante los años sesenta se presentaron los primeros análisis que cuestionaban el crecimiento de la red vial en las ciudades, así como las políticas que fomentan el uso del transporte individual privado. Sin embargo, estos cuestionamientos se enfocaron principalmente a las disfunciones que la implantación masiva de coches tiene en los espacios urbanos, como la seguridad de los vehículos, la destrucción de las relaciones sociales entre los espacios públicos o la contaminación acústica y no sobre el impacto ambiental del modelo (Miralles, C 2002; Mohino, 2021).

Si bien, estas primeras reflexiones no se difundieron en aquellos años, a lo largo del tiempo fue evidente que el nivel de la emisión de los diferentes contaminantes monitoreados para las fuentes móviles varía en función de la distribución de los modos de transporte, la antigüedad de la flota vehicular, la red de transporte la infraestructura vial y las medidas anticontaminantes, entre otros factores (Salazar y Lezama, Coords., 2008).

Así, los cuestionamientos realizados en el s.XIX por Engels en su libro “La dialéctica de la naturaleza” sobre los límites de la producción capitalista en la explotación de los recursos ambientales (Robert, M., 2020) se manifestaron de forma general por primera vez en la forma de una incipiente conciencia sobre los límites del crecimiento económico y la capacidad del medio para sustentarlo, durante la crisis del petróleo en la década de los 70’s con la realización en 1972 de la Conferencia de Estocolmo, organizada por las Naciones Unidas (Miralles, 2002).

De esta forma se comenzó a cuestionar el modelo socio territorial y de transportes hegemónico. El resultado de más de dos décadas de reflexión sobre este cuestionamiento dio lugar a la generación del concepto de la sostenibilidad que marca los criterios de cualquier actividad humana que implique la utilización de recursos naturales y humanos (Leinbach, 2000. En: Miralles, 2002).

Conforme a lo anterior, Miralles (2002) señala que el modelo de movilidad hegemónico ha entrado en crisis, debido a las limitaciones del medio para sostener el crecimiento demográfico de las ciudades, así como el crecimiento desmesurado de la flota vehicular, el derroche de los recursos energéticos para moverla y las emisiones que genera; así cierra su idea argumentando:

*La capacidad de controlar la relación – entre la actividad humana y el medio –, condiciona la continuidad en el tiempo de las diversas formas de actividad y del potencial de desarrollo económico y social. De esta manera la consecución del deseado equilibrio entre las actividades humanas, el desarrollo y la protección del entorno, exige una corresponsabilización justa y claramente definida en lo referente al consumo de los recursos naturales y a la actitud hacía el entorno.*

Todo esto se traduce en la posibilidad de acabar con la contradicción dialéctica entre el ser humano y la naturaleza, que desde el s.XIX veía Engels, dicho equilibrio se logrará únicamente a través de la abolición del modo de producción capitalista. (Robert, M., 2020). Lo que para Miralles (2002) se traduce en:

*“[...] una solución que va más allá de la protección al ambiente que no tiene final predeterminado, sino que implica una dinámica adaptativa a un proceso evolutivo.”*

### **1.3.2 Indicadores de sostenibilidad urbana**

Villa, et al. (2020) plantean que el uso de indicadores que incorporen los costos, la accesibilidad y las presiones ambientales, a las que considera como las tres dimensiones de la sostenibilidad, es adecuado en estudios que realicen análisis sobre la sostenibilidad urbana.

Whitelegg (1997) propone que para que el transporte pueda alcanzar la sostenibilidad debe cumplir con las siguientes condiciones:

- El transporte es un elemento vital para las actividades económicas y sociales, pero debe estar en función de estas actividades y no ser nunca una finalidad en sí mismo.
- La distancia en el desplazamiento debe ser siempre la más corta posible con el fin de ahorrar energía y tiempo. Con lo que se consigue potenciar las interacciones sociales y las actividades económicas de base local.
- Se requiere una discriminación positiva hacía aquellos medios de transporte que impliquen menos problemas en relación con el medio natural y social.
- Deben controlarse y evitarse, a través del planteamiento territorial, aquellas actividades que necesiten grandes extensiones de terreno.
- Cualquier plan de inversión en transportes debe estar sujeto a una completa auditoria de salud. Las propuestas que potencialmente pudieran afectar a la salud de los ciudadanos deberían ser inmediatamente rechazadas.
- Las inversiones en proyectos de transporte deben tener como objetivo el satisfacer las necesidades sociales, económicas y medioambientales. Además, deben ser examinadas por una autoridad independiente con suficiente experiencia para poder hacer una evaluación de todos los costes (económicos, sociales y ambientales) y proponer, si fuera necesario alternativas mejores.
- Todas las inversiones en transporte deben ser revisadas en función de su vida útil, en relación con los objetivos que se habían planteado en su inicio.
- Cualquier medio de transporte debe diseñarse dentro de una política general de transportes, que no debe tener responsabilidad directa en cada uno de los medios, si no que sus objetivos deben ser el de minimizar el daño y la contaminación acústica y atmosférica, así como potenciar la máxima interacción social y una buena calidad de vida.

En ese orden de ideas, pese a que juegan un papel importante en ella, la sostenibilidad no se logra únicamente a través de aplicaciones tecnológicas de los

diferentes modos de transporte, si no que implica su transformación tanto en el espacio urbano como en el tiempo que se le destina, como resultado se reexaminan todos los conceptos generales del transporte: Velocidad, medio, modo, volumen de tránsito, etc. (Miralles, 2002)

Por tanto, **el transporte sostenible**, además de la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> y la energía consumida, **debe** reducir los tiempos de traslado y **construir una nueva organización social** donde se valore la accesibilidad por encima de la movilidad (Miralles, 2002).

Al respecto, Villa, et al. (2020), menciona que existen diversos sistemas de indicadores de la sostenibilidad urbana como:

- Sistema Presión-Estado-Respuesta (PER): Metodología que establece la relación entre las presiones ambientales derivadas de la actividad humana (Presión), el estado actual del ambiente (Estado) y las acciones a realizar para atender las problemáticas detectadas (Respuesta).
- Sistema Presión-Estado-Respuesta-Impacto: Que incorpora además la evaluación de las acciones realizadas (Impacto).
- Mecanismos de Transporte y Medio Ambiente de Información: Documento elaborado por la Agencia Europea del Medio Ambiente que se actualiza anualmente, cuyo propósito es controlar el progreso y la eficiencia de las estrategias de integración del transporte con el ambiente.

En suma, los sistemas de indicadores de sostenibilidad en los modelos de transporte establecen los atributos con los que cuentan: Eficiencia, accesibilidad, minimización de impactos ambientales y el uso de los recursos.

## **2. Movilidad urbana**

El desarrollo industrial de la sociedad ha empujado a la población hacia concentraciones de población, conocidas como ciudades.

Las primeras explosiones demográficas de las ciudades, en la era moderna, fueron producidas por la división del trabajo y la producción masiva de productos comerciales, debido a la invención de la máquina de vapor y la primera revolución industrial.

Incapacitados para competir con los nuevos precios de sus mercancías, las migraciones de campesinos y artesanos hacia centros industriales son producidas, trayendo tras de sí una aceleración en el crecimiento poblacional y su concentración en los nuevos centros comerciales e industriales (Engels, F. 1845/2019).

Las nuevas actividades surgidas a partir de los procesos de urbanización resultaron en nuevas y muy variadas formas de ocupación ligadas a actividades que ya no tienen dependencia con un núcleo urbano fijo, especialmente en el actual periodo de desarrollo electrónico y digital. La nueva organización territorial dejó desfasadas las certezas aportadas por la “economía regional”, respecto de los factores de organización de las actividades urbanas (Herce, M., 2009).

El transporte de personas y mercancías es una necesidad vital en la vida cotidiana de las ciudades. Por un lado, la distribución de mercancías de la llamada canasta básica, de artículos de consumo y de materiales de todo tipo es fundamental para satisfacer las necesidades esenciales de la población. Por el otro, las personas deben trasladarse a sus centros de trabajo, de estudio, a sitios recreativos o centros de servicios como los hospitales. Por tanto, el transporte se vuelve un objetivo para satisfacer estas necesidades y la infraestructura, como las carreteras, en el medio para realizarlo.

Al desplazamiento de personas y mercancías en el ámbito urbano se le conoce como “movilidad urbana”.

La movilidad urbana, no escapa de verse afectada por el crecimiento poblacional de una ciudad, por lo que la Ingeniería de Tránsito aplicada en el ámbito urbano se vuelve fundamental en la solución de estas problemáticas.

## **2.1 Red vial**

Con el fin de satisfacer la necesidad de transporte en las concentraciones poblacionales, urbanas o rurales, es necesario contar con una infraestructura adecuada, es decir, con vialidades capaces de interconectar los puntos a los que las personas desean moverse. A medida que esta necesidad aumenta también aumenta con ella la infraestructura vial.

Las diversas carreteras construidas con el fin de satisfacer la necesidad de transporte se intersecan y conectan, creando con ella un sistema vial que facilita la movilidad. A este sistema interconectado se le conoce como red vial.

En los ámbitos rural y urbano es necesario clasificar las carreteras de forma tal que se puedan identificar las funciones específicas de las carreteras, con el fin de facilitar la movilidad de las personas y mercancías.

De forma general a las carreteras, tanto en el ámbito rural como urbano, se les puede clasificar de forma funcional en tres grandes grupos, principales (arterias o autopistas), secundarias (colectoras o avenidas) y locales (calles).

Esta clasificación general se debe a que dentro de las poblaciones se debe poder facilitar la movilidad de forma segura, rápida y eficaz y para ello se debe de contar con carreteras “rápidas” como las autopistas y avenidas, de forma que se mantenga el acceso a todos los puntos de la ciudad por lo que es indispensable tener carreteras “lentas” como las calles.

Dentro del ámbito urbano la clasificación puede ser más específica.

### **2.1.1 Sistema vial urbano**

Cal y Mayor y Cárdenas (2018), con el propósito de unificar y simplificar la nomenclatura a la clasificación de un sistema vial urbano en términos de movilidad y accesibilidad, proponen la siguiente clasificación:

- Autopistas: Son aquellas que facilitan el movimiento expedito de grandes volúmenes de tránsito entre áreas. Tiene separación total de sus flujos conflictivos y por tanto poseen control total de sus accesos y sin comunicación directa con sus colindantes.
- Vías rápidas: Puede tener algunas intersecciones y a pesar de que tienen control sobre sus accesos poseen algunas ramas que pueden comunicarse con otras vialidades.
- Calles principales: Son las que permiten el movimiento de tránsito entre áreas o partes de la ciudad y se encuentran conectadas con la red primaria, con frecuencia son divididas y pueden tener control parcial en sus accesos.
- Calles colectoras: Son las que ligan las calles principales con las calles locales proporcionando a su vez acceso a las propiedades colindantes.
- Calles locales: Proporcionan acceso directo a las propiedades colindantes, sean éstas residenciales, comerciales, industriales o de algún otro uso; además de facilitar el tránsito local hacia las residencias. Se conectan tanto con las calles colectoras como con las principales.

Los términos de comportamiento de cada una de ellas se encuentran detalladas en la figura 2.1 y la forma en que se compone el sistema vial urbano dentro de esta clasificación se ejemplifica en la figura 2.2.

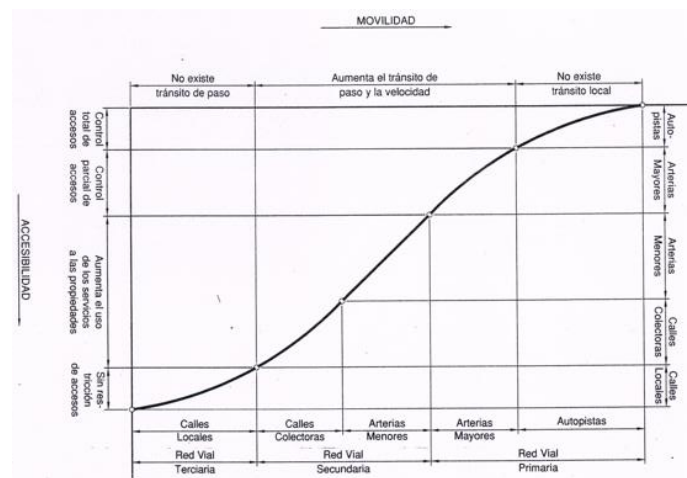


Figura 2.1 Movilidad y accesibilidad de un sistema vial urbano (Cal y Mayor y Cárdenas, 2018).

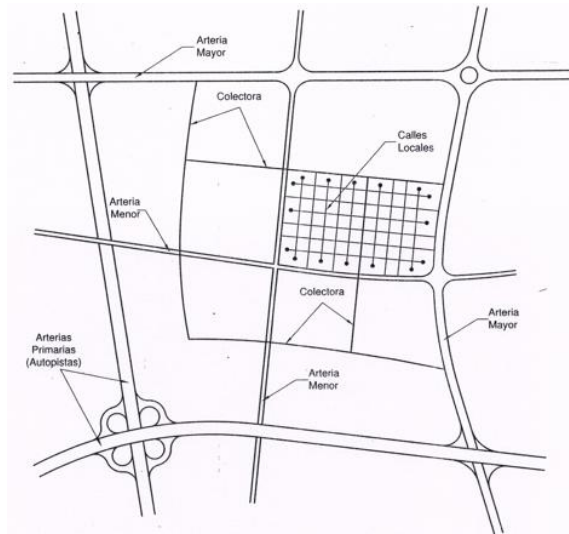


Figura 2.2 Jerarquía de un sistema vial urbano (Cal y Mayor y Cárdenas, 2018).

## 2.2 Tránsito

Dentro de la Ingeniería de Tránsito, el tránsito es el paso de vehículo o personas a través de un camino o una carretera (Cal y Mayor y Cárdenas, 2018).

La concentración poblacional en las ciudades crea condiciones especiales para el tránsito de vehículos en las calles y avenidas que las brindan de conectividad. Estas condiciones no se realizan por la simple distinción entre calles y carreteras, ya que se han definido como conceptos análogos en distintos ámbitos; si no por el entorno, la existencia de personas y de distintos tipos de vehículos que interactúan en el espacio público.

El incremento de estas interacciones provoca lo que se conoce como el problema del tránsito en las ciudades. El ordenamiento en el flujo de los vehículos, la rapidez con que se realiza el transporte y la accidentalidad en las carreteras son ejemplos de este problema. Es la Ingeniería de Tránsito la que se ocupa de buscar alternativas para solucionar este problema (Cal y Mayor y Cárdenas, 2018).

De la misma forma en que la concentración poblacional crea condiciones especiales para el tránsito en las ciudades, las características únicas de las sociedades de las que emergen crean condiciones únicas que definen el tránsito en cada ciudad. La introducción de vehículos modernos, el incremento en el transporte de mercancías,

la capacidad socioeconómica de la población e incluso la propia idiosincrasia de la población, determinan la forma en que se interactúa en el espacio público.

En adelante se hablará más a profundidad del problema del tránsito, así como de las distintas propuestas que se han hecho para su solución.

### 2.2.1 Demanda vehicular y oferta vial

De acuerdo con Cal y Mayor y Cárdenas (2018) la demanda y la oferta vial se definen de la siguiente forma.

- Demanda vehicular: Es la cantidad de vehículos que requieren desplazarse por un determinado sistema vial, dentro de esta se encuentran aquellos vehículos que se encuentran circulando, los que se encuentran en cola esperando circular, (en caso de una congestión vial), y los que deciden ocupar rutas alternas (para evitar la congestión).
- Oferta vial: La oferta vial representa la cantidad máxima de vehículos que finalmente pueden desplazarse o circular en el espacio físico y se puede indicar en términos de la sección transversal de las carreteras.

En la siguiente figura (2.3) se representan de forma gráfica estos conceptos.

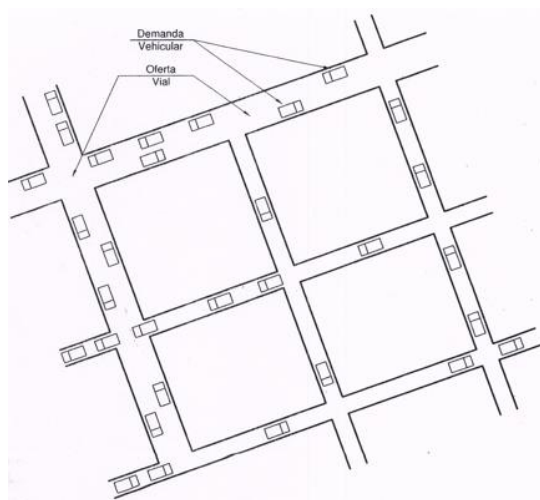


Figura 2.3 Patrón urbano de demanda vehicular y oferta vial (Cal y Mayor. 2018).

De la observación del tránsito vehicular en las carreteras del ámbito urbano o calles y la comparación entre demanda vehicular y oferta vial se pueden definir tres tipos de condiciones en las que se lleva a cabo: no saturado, inestable y forzado.

Un ejemplo de la variación de la demanda vehicular a lo largo de un día en el ámbito urbano se representa de forma gráfica en la siguiente figura.

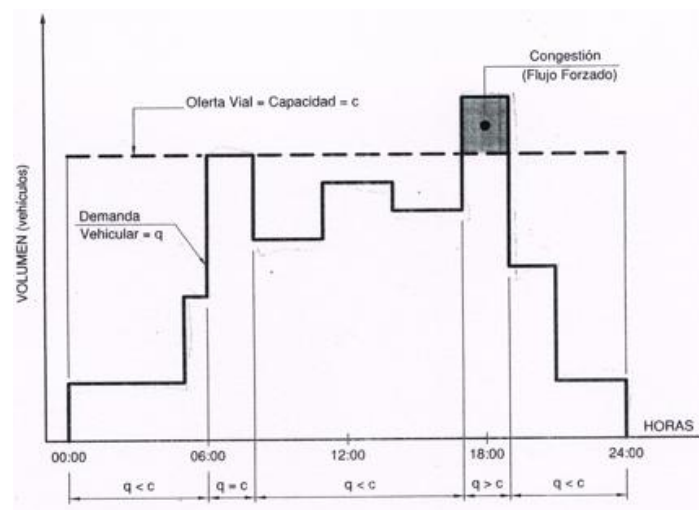


Figura 2.4 Comportamiento entre la demanda vehicular y la oferta vial en una zona urbana (Cal y Mayor, 2018).

### 2.2.2 Volumen de tránsito

En la Ingeniería de Tránsito el volumen de tránsito es la unidad básica y está definida de acuerdo con la ecuación 2.1.

$$Q = \frac{N}{T} \quad \text{Ec. (2.1)}$$

Donde:

Q= volumen de tránsito

N= número de vehículos o personas

T= Unidad de tiempo

Por lo tanto, el volumen de tránsito representa la cantidad de vehículos o viajeros que circulan en un determinado espacio durante una unidad de tiempo.

El volumen de tránsito es el factor determinante a la hora de proyectar el tipo de vialidad, las intersecciones, los accesos y los servicios. De él depende el correcto o inadecuado funcionamiento futuro de los proyectos realizados (Cal y Mayor, 2018).

Con el propósito de obtener información sobre los movimientos realizados por los usuarios y obtener estimaciones razonables de su comportamiento futuro son efectuados estudios sobre los volúmenes de tránsito en un espacio determinado de las vialidades (Vargas, W., 2012).

De forma general la cantidad de vehículos y/o usuarios que esperan ser servidos, los que son servidos y los que pueden ser servidos componen la demanda vehicular en un sistema vial (Cal y Mayor, 2018). Sin embargo, con el objeto de planificar de mejor forma los proyectos, la Ingeniería de Tránsito designa estos tres conceptos de forma separada como demanda, volumen y capacidad de una vialidad respectivamente.

Los tres conceptos mencionados anteriormente son resultado de los estudios sobre los volúmenes de tránsito y se expresan con las mismas unidades y fórmula de la ecuación 2.1. La distinción entre los tres conceptos radica, como se explicó en el párrafo anterior, en la naturaleza del contexto temporal de los vehículos y/o personas y su relación con la vialidad estudiada. Del análisis más profundo de estos conceptos es cómo se introdujo un cuarto, la tasa de flujo que representa la frecuencia a la cual pasan los vehículos durante un tiempo específico menor a una hora, expresada como una tasa horaria equivalente.

Se le conoce como volúmenes absolutos o totales de tránsito al total de vehículos y/o personas que circulan en lapsos de tiempo definidos, los volúmenes absolutos existentes son:

- Tránsito anual (TA) donde la en la ecuación 2.1  $t=1$  año
- Tránsito mensual (TM) donde la en la ecuación 2.1  $t=1$  mes
- Tránsito semanal (TS) donde la en la ecuación 2.1  $t=1$  semana
- Tránsito diario (TD) donde la en la ecuación 2.1  $t=1$  día
- Tránsito horario (TH) donde la en la ecuación 2.1  $t=1$  hora

Existen también volúmenes de tránsito promedio, los cuales representan la tasa de circulación durante un periodo de tiempo determinado expresada en días completos.

- Transito promedio diario anual (TPDA)

$$TPDA = \frac{TA}{365 \text{ días}} \quad \text{Ec. (2.2)}$$

- Transito promedio diario mensual (TPDM)

$$TPDM = \frac{TA}{30 \text{ días}} \quad \text{Ec. (2.3)}$$

- Tránsito promedio diario semanal (TPDS)

$$TPDS = \frac{TA}{7 \text{ días}} \quad \text{Ec. (2.4)}$$

Para obtener los volúmenes de diseño de un proyecto de Ingeniería de Tránsito se utilizan los siguientes volúmenes.

- Volumen horario máximo anual (VHMA) Es la hora de mayor volumen en las 8,760 horas del año.
- Volumen horario de máxima demanda (VHMD) Es el máximo número de vehículos que ocurre en una sección de la carretera en 60 minutos consecutivos.
- Volumen horario de proyecto (VHP) Es el volumen horario que se utilizará para determinar los volúmenes de tránsito de una vialidad. A diferencia de otras obras de ingeniería civil como el abastecimiento de agua de una población, para el diseño de una vialidad no se utiliza el VHMA ya que esto requeriría de inversiones enormes y vialidades demasiado anchas, se utiliza en cambio el VHM que más veces se repita o pueda repetirse en un año.

### 2.2.3 Problema de tránsito

Se le conoce como problema de tránsito a la condición que dificulta la movilidad.

Algunas de las condiciones más importantes asociadas con el problema de tránsito son (Vasconcellos, E., 2015):

- Elevadas tasas de accidentabilidad
- Acceso desigual a los sistemas de transporte público
- Dificultades de circulación para los transportes privados
- Congestionamientos viales

Dentro de las ciudades, donde existe un severo problema de tránsito, se han identificado algunas características comunes, las cuales se describen a continuación.

#### **2.2.3.1 Factores que intervienen en el problema de tránsito**

De acuerdo con las investigaciones de Vasconcellos, E. (2015) existen múltiples factores que intervienen en el problema de tránsito, la mayoría asociados al crecimiento poblacional exponencial de las ciudades que se desarrollan bajo una economía capitalista (Vasconcellos, E., 2015) y la falta de una política pública que regule de forma adecuada el tránsito en las ciudades, Cal y Mayor (2018) ofrecen una clasificación de cada uno de estos factores. A continuación, se presenta el resultado del conjunto de ambas investigaciones de forma sintetizada.

##### *Diferentes tipos de vehículos en la misma vialidad*



Figura 2.5 Convivencia de diferentes tipos de vehículos en una misma vialidad, CDMX, México (Cuestione, 2019).

Las distintas dimensiones, velocidades y características de aceleración de los modos de transporte afectan su transitabilidad.

Las altas velocidades de los automóviles, de los camiones y autobuses, contrastan con la baja velocidad de los vehículos de mano, las bicicletas y los camiones más pesados como los remolques.

Dentro del ámbito urbano, muchos países del mundo incluso cuentan con la convivencia de vehículos tirados por animales en sus vías.

### *Superposición de tránsito motorizado en vialidades inadecuadas*



Figura 2.6 Superposición de tránsito motorizado en vialidades inadecuadas. Zacatecas, México (Líder empresarial, 2022).

Si el crecimiento urbano sobrepasa la capacidad de las ciudades de adaptarse no es posible cambiar el trazo urbano. Cuando esta circunstancia se da, el trazo de las vialidades resulta torcida y su pavimentación inadecuada para los nuevos modos de transporte. A veces, también se obtienen pendientes pronunciadas.

El incremento poblacional de los asentamientos populares urbanos crea vialidades muy angostas.

Las dos condiciones anteriores también son un factor en la reducción del ancho de las aceras peatonales e incluso su ausencia.

### *El transporte no considerado como una necesidad pública*



Figura 2.7 Falta de mantenimiento en transporte público Nueva York, Estados Unidos (Dreamstime, 2015).

Esta es una consecuencia inmediata de la falta de percepción y criterio objetivo de las autoridades y la falta de conciencia en la apreciación de la población en general sobre la importancia del transporte.

Entender el transporte como un asunto atado a las leyes del mercado, en lugar de como una necesidad humana que debe satisfacerse afecta de forma negativa la transitabilidad de las vías de comunicación de una ciudad e impide la colaboración entre distintos operadores y vehículos.

#### *Asimilación del transporte*

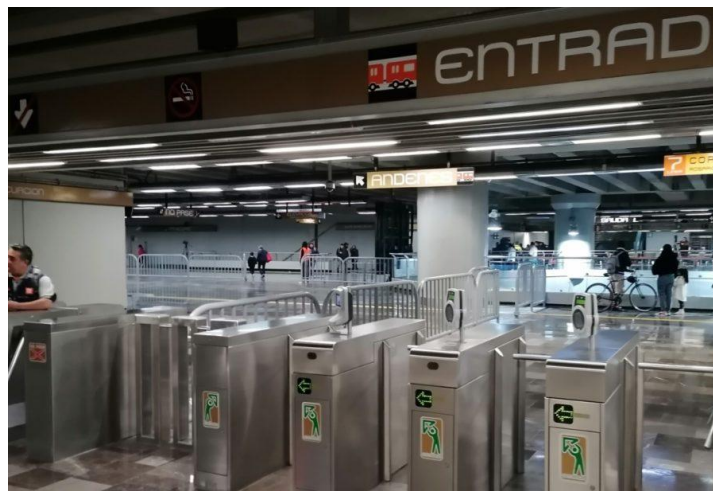


Figura 2.8 Trafivallas peatonales en el metro CMDX, México. Fotografía propia.

Se define como la falta de legislaciones y/o regulaciones adecuadas que se adapten a las necesidades del usuario o a la educación vial de los mismos. Orientada a un modelo de planeación interactivo que obligue menos a las personas a asimilar la circulación.

Mientras que la consideración del transporte como una necesidad significa asumir plena conciencia sobre su importancia en la forma de vida actual, la asimilación del transporte significa adaptarse a las interacciones que se presentan en el ámbito urbano, es decir, las acciones que llevan a una convivencia adecuada. En resumen, una exige un análisis introspectivo de los individuos sobre su situación y las acciones que llevan a la facilitación del transporte.

### **2.2.3.2 Tipos de soluciones**

Cuando se habla de los tipos de soluciones al problema de tránsito las tecnologías, trazos o dispositivos de control que se aplican de forma particular a cada problema no son el aspecto de la Ingeniería de Tránsito que se toman en cuenta, si no las múltiples visiones que posee la Ingeniería de Tránsito sobre la forma de abordar los problemas.

Usualmente se habla de dos principales corrientes al interior de la Ingeniería de Tránsito, las cuales se detallan a continuación (Vasconcellos, E., 2015).

#### *Soluciones tradicionales al problema de tránsito*

Estas se caracterizan por considerar al automóvil como el modo de transporte preferente en la movilidad urbana (Cal & Mayor. 2018).

Esta visión se creó en la década de los 80s, reflejando el enfoque global de la auto movilidad. La idea de que los automóviles son sinónimo de libertad, desarrollo económico y progreso social, por lo cual las comunidades deben ser diseñadas acorde a sus necesidades, lo que ha llevado a su dominación (Beckmann, 2001; Sheller & Urry, 2000. En: Maurer, 2022).

#### *Soluciones integrales al problema de tránsito*

Las soluciones integrales al problema de tránsito representan la corriente dentro de la Ingeniería de Tránsito que busca tomar en cuenta numerosos aspectos, que considera, intervienen en el problema de tránsito como lo son:

- Las condiciones económicas de la población
- Las características de los vehículos modernos
- Las rutas mercantiles dentro de las ciudades
- La psicología de los usuarios
- El ambiente cultural en el que se desarrolla el transporte
- La calidad de vida las personas en las ciudades
- La calidad del ambiente de las ciudades

- El uso del espacio entre automovilistas, autobuses, camiones, ciclistas, peatones y otros modos de transporte.

Las soluciones integrales consideran que estos factores son inherentes a la naturaleza de los movimientos de personas y mercancías, y proponen terminar con la noción de las soluciones tradicionales de tomar a la intervención de la Ingeniería de Tránsito de modo neutro, racional y puramente técnico.

Algunos de los autores e ideas que representan a la solución integral son:

Boulvain, 1972:

*La circulación es solamente una dimensión de la ciudad –muy importante- [...] considerando los aspectos sociológicos y urbanísticos de las acciones relativas a esta dimensión, no se pueden separar los problemas de circulación de los problemas más urbanísticos [...] el “problema”, para el ingeniero de tráfico, se limita a suministrar alternativas al usuario para minimizar el tiempo que gasta en los desplazamientos. Es importante que se amplíe esta visión y que se converse con los urbanistas para plantear problemas reales.*

Finchelet, 1977:

*[...] la regulación del tráfico no puede ser considerada solo como el resultado de un conjunto de acciones técnicas, de acciones de un sistema institucionalizado [...] existe una sinergia de micro decisiones individuales –modo de transporte, ruta, velocidad- que lleva a un ajuste permanente en el tiempo y en el espacio entre las necesidades de circulación y los medios de atenderlas.*

J. M Thompson, 1977:

*Muchas ciudades han tratado al automóvil como si fuese una vaca sagrada [...] para defender al automóvil algunos ingenieros se convirtieron en filósofos, políticos y economistas amateurs, proclamando que las personas tienen el derecho a usar sus coches libremente en las vías [...] y que la*

*supervivencia económica de la ciudad o de la nación depende de esto [...] ellos han diseminado la creencia de que el volumen de tránsito no debe sufrir resistencia, y que necesariamente es más importante que cualquier cosa que pueda interponerse en su camino.*

Mitchell y Rapkin, 1954

*Parece evidente que algunos individuos se desplazan por la ciudad en función de algunas actividades altamente especializadas; los médicos atienden el llamado telefónico de sus pacientes, los vendedores atienden a sus clientes, los hombres de negocios atienden a los banqueros, las mujeres realizan las compras de la casa [...] podemos imaginarnos que los roles conflictivos de los individuos pueden hacerse también evidentes en los modelos de viajes, y que también pueden influir mucho en su determinación. Ciertamente, en el proyecto de una investigación sobre los motivos de los desplazamientos, la influencia del estatus del individuo y de los roles simples o múltiples que él desempeña deberían ser tenidos en cuenta.*

Por tanto, las soluciones integrales al problema de tránsito requieren no solo de ingenieros en tránsito, si no de equipos multidisciplinarios que analicen estos factores y den soluciones adecuadas.

Además, los representantes de esta corriente consideran completamente anacrónico definir un solo modo de transporte como el regidor de las soluciones planteadas en las soluciones tradicionales.

Pese a las numerosas propuestas que se han hecho a favor de la solución integral, siguen siendo consideradas como poco viales, debido en gran medida, al alto costo de los estudios e infraestructura necesaria para llevarlas a cabo (Cal y Mayor, 2018). Es por eso por lo que en muchos casos la visión tradicionalista ha sido “adaptada” para ofrecer soluciones parcializadas al problema de tránsito y movilidad.

### 2.2.3.3 Bases para una solución

Cuando se conocen los factores que intervienen en el problema de tránsito y las dos visiones que existen, en la actualidad, se pueden definir los elementos necesarios que deben existir en la propuesta de una solución.

Cal y Mayor (2018) proponen la existencia de tres elementos: la Ingeniería de Tránsito, la educación vial y una legislación y vigilancia adecuada. Sin embargo, la visión en la que se basan para hacerlo es la tradicional, dado que expresa la idea de una era basada únicamente en el transporte motorizado, idea superada por las teorías actuales.

Por ello, a través de este trabajo se propone añadir un cuarto elemento identificado en las investigaciones de autores como Coxon (2019), Errázuriz (2017), Jirón (2007), Vasconcellos (2015) y Velázquez (2017): **El diseño de Experiencia**, elemento en el que se ahonda más adelante y que toma en cuenta el estudio detallado de las condiciones socioeconómicas y ambientales para el diseño de un sistema de transporte adecuado.

Así, tenemos:

- La *Ingeniería de Tránsito*, como la base para diseñar el proyecto físico de las vialidades que componen la red vial, del cual se encarguen ingenieros especializados;
- El *diseño de experiencia*, conformado por grupos interdisciplinarios que estudien y propongan soluciones adecuadas a las necesidades de los viajeros;
- Los gobiernos e instituciones educativas, que tomen e instruyan a los diferentes actores que intervienen en la movilidad urbana sobre la *educación vial*, y
- Una *legislación adecuada*, que asimile las formas de movilidad urbana que adopta la sociedad contemporánea y que genere mecanismos de vigilancia que las hagan cumplir.

Las tendencias actuales de la movilidad urbana que toman en cuenta las necesidades sociales contemporáneas requieren de estos cuatro elementos para llegar al objetivo de obtener un tránsito que sea técnica, social y ambientalmente, seguro, eficiente y adecuado.

### **2.3 Modos de transporte urbano**

Dentro del ámbito urbano se pueden encontrar distintos tipos de transporte que se desarrollan en los tres medios de transporte más importantes: aéreo, acuático y terrestre.

Al hablar de los modos de transporte que se utilizan en el ámbito urbano y de forma específica en cada ciudad, se debe tomar en cuenta que, en el modo de producción capitalista, el crecimiento poblacional se debe a la atracción de los centros industriales y comerciales, en los que se convierten las ciudades, que las vuelve capaces de brindar trabajo a gran escala (Engels, F., 1845/2019).

Las condiciones especiales en que se da el transporte dentro del ámbito urbano son producidas por las interacciones del entorno en que se desarrolla, así como de las características de las sociedades que habitan los centros urbanos. No todas las ciudades son iguales.

Encontrar movilidad dentro de los tres grandes medios en los que se desarrolla el transporte, así como la necesidad o necesidades a la que responden, son características particulares del tipo de sociedad, el desarrollo económico y el entorno geográfico de cada ciudad.

Las particularidades y las condiciones específicas en las que se realiza el transporte dan paso a distintos modos para realizarlo en cada ciudad, nombrar todos estos modos excede los límites de este trabajo, por ello, solo se tomará en cuenta el medio y los modos de transporte utilizados en los sitios de estudio, los cuales se describen en su capítulo correspondiente.

## **2.4 Capacidad de un camino**

“La capacidad de un camino representa la tasa máxima de flujo a la cual se espera que los vehículos o personas razonablemente puedan pasar por un punto uniforme de un carril o calzada, durante un intervalo de tiempo dado bajo las condiciones prevalecientes de una infraestructura vial, del medio ambiente, del tránsito y de los dispositivos de control.” (Cal y Mayor. 2018, p. 397).

## **2.5 Derecho de vía**

Avilés, E. (2018) define el derecho de vía como la categoría o tipo de vía en la cual los vehículos operan o transitan, es decir, la superficie sobre la cual circulan. Existen 3 tipos diferentes, pudiéndose presentar más de uno en la misma vialidad; estos se identifican por las letras A, B y C:

- Tipo C: La vialidad es compartida entre diferentes modos de transporte.
- Tipo B: El tránsito, de los distintos tipos de vehículos, está parcialmente separado, por una barrera, boyas, etc. Existen cruces o lugares específicos donde la vialidad es compartida.
- Tipo A: Existe una separación física entre el tránsito de un tipo de vehículos y otro.

## **2.6 Velocidad**

La velocidad es el desplazamiento que experimenta un cuerpo en un determinado tiempo, sus unidades en el sistema Internacional de Unidades (SIU) son los m/s (Gutiérrez Aranzata, C. 2009).

En la Ingeniería de Tránsito este concepto físico se transforma en un indicador del tiempo estimado en que se realiza un recorrido en un viaje. La velocidad es vital en cualquier movimiento en el tráfico (Matson, Smith y Hurd, 1955).

La intuición del ser humano lleva a pensar que el incremento de la velocidad de un vehículo reduce de forma significativa el tiempo del viaje, sin embargo, esto solo es

parcialmente cierto. La figura 2.9 muestra el comportamiento de la reducción del tiempo de un viaje de 16 km de recorrido en incrementos iguales de velocidad.

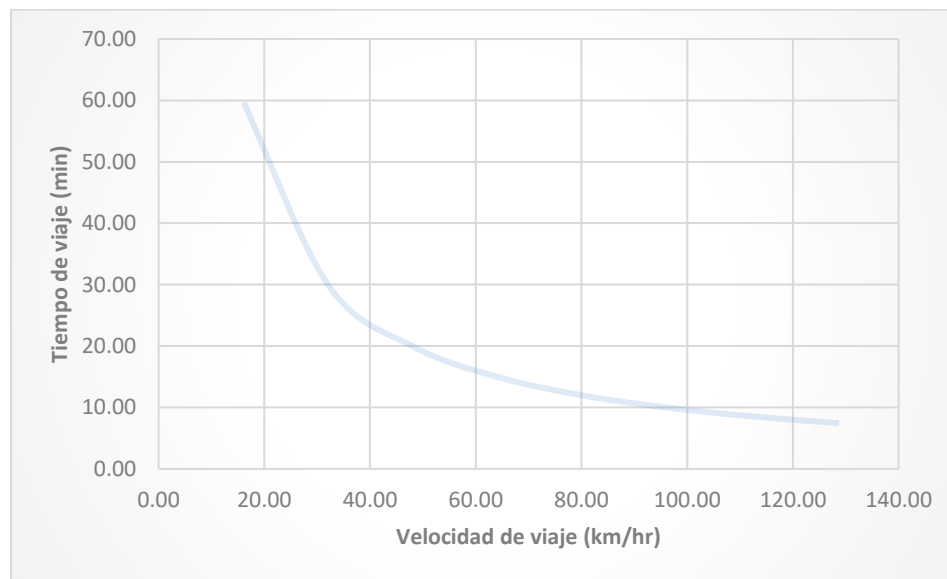


Figura 2.9 Reducción en el tiempo de viaje por incrementos de velocidad, en un viaje de 16km (Elaboración propia con datos de Matson, Smith y Hurd, 1955).

Esto se debe a que la disminución en el tiempo de viaje no tiene una relación lineal con el incremento de la velocidad, sino más bien curvilínea. La figura 2.9 demuestra que los ahorros de tiempo en los viajes dependen más de la longitud del viaje que de la variación en la velocidad.

Por ejemplo, la distancia entre Ciudad Universitaria y el Museo Nacional de Antropología e historia, según Google Maps, es de precisamente 16km. Un incremento de 50 a 80 km/hr disminuye 7min el viaje, pero un incremento de 80 a 110km/hr apenas disminuye en 3min el viaje. Sin embargo, en un viaje de Irapuato a Ciudad Universitaria de aproximadamente 320km, el incremento de velocidad de 50 a 80 km/hr daría un ahorro en tiempo de 2hrs con 24min y un incremento de 80 a 110 km/hr daría aproximadamente un ahorro de 1hr con 05min.

Entre más largo sea el viaje, más alta es la velocidad deseada (Matson, Smith y Hurd, 1955), esa conclusión también puede hacerse de forma inversa entre menor sea la distancia menor es la velocidad deseada, para realizar el viaje en un tiempo razonable.

Las investigaciones de Matson, Smith y Hurd (1955) revelan que los incrementos en la velocidad de operación de los vehículos, a partir de los 80km/hr. De acuerdo con la figura 2.9, no son necesarios en viajes cortos, como los que se dan dentro de las ciudades.

Durante los viajes, dentro de las ciudades, la velocidad de un vehículo en movimiento puede variar dependiendo de las condiciones en los que se desarrolla. Además, la velocidad puede también variar según exija la ruta seguida. Una curva, un semáforo, un tope, la reducción de un camino, etc., son algunos factores intrínsecos de la ruta que afectan la velocidad de un viaje (Matson, et al. 1955).

Existe una clasificación general de la velocidad común entre los autores<sup>2</sup> para sortear las variaciones de velocidad de los vehículos en sus recorridos.

- Velocidad puntual: Se usa para medir la velocidad instantánea de los vehículos en tramos específicos de un camino como lo son: cruces, semáforos, puentes, etc. La velocidad puntual se usa para describir el valor “cresta” en un tramo dado de la ruta, usualmente menores a 60 m.

$$V_p = \frac{\text{Distancia del tramo}}{\text{Tiempo ocupado por el vehículo para transitar el tramo}} \quad \text{Ec. (2.5)}$$

- Velocidad de carrera: Es la velocidad promedio de un vehículo en un viaje, mientras el vehículo está en movimiento.

$$VC = \frac{\text{Distancia total recorrida}}{\text{Tiempo en MOVIMIENTO}} \quad \text{Ec. (2.6)}$$

- Velocidad de operación: Es la velocidad promedio en la que un vehículo puede operar bajo condiciones de tráfico y climáticas determinadas. Es el promedio de la velocidad registrada por los vehículos que circulan en las mismas condiciones.

---

<sup>2</sup> Cal y Mayor (2018); Matson, Smith y Hurd (1955); López, R, (2018).

- Velocidad crucero: Es la velocidad a la que un vehículo puede operar a máxima eficiencia. Está dada por los fabricantes de vehículos.
- Velocidad total: Es la velocidad efectiva a la que un vehículo atraviesa una ruta dada entre dos puntos.

$$V_t = \frac{\text{Distancia total recorrida}}{\text{Tiempo total}} \quad \text{Ec. (2.7)}$$

### **2.6.1 Un hecho relevante sobre la velocidad de operación**

Matson, et al. (1955) realizaron una comparación entre el aumento de la velocidad nominal de los vehículos y la variación de la velocidad de operación de los conductores en carreteras rurales de Estados Unidos (EEUU), entre los años 1925 y 1953, la cual se muestra en las figuras 2.10 y 2.11. Esta comparación parece sostener la hipótesis de que los indicadores de movilidad son afectados de forma directa por las condiciones sociales y económicas de la población, independientemente de los factores técnicos y tecnológicos de la vía o los vehículos.

Aunque ambas figuras pueden ser fácilmente complementadas por datos actualizados, para mostrar su aporte hacia esta hipótesis resulta útil observar esta comparación en el periodo de tiempo comprendido antes, durante y después de la segunda guerra mundial, ya que se puede asumir que existe un cambio radical de las necesidades, prioridades, actividades e incluso factores psicológicos en la vida de los habitantes de los EEUU, tras el ataque de la base militar de Pearl Harbor en 1941 y la entrada de ese país a la segunda guerra mundial en el mismo año.

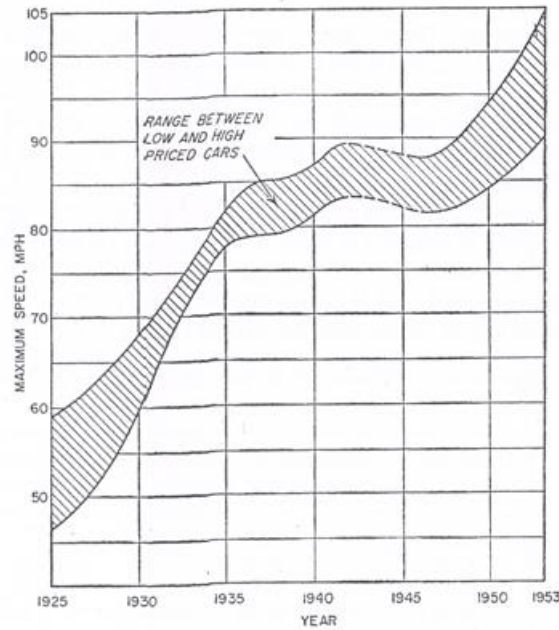


Figura 2.10 Crecimiento de la velocidad del automóvil de pasajero estándar EEUU 1925-1953 (Matson, et al. 1955).

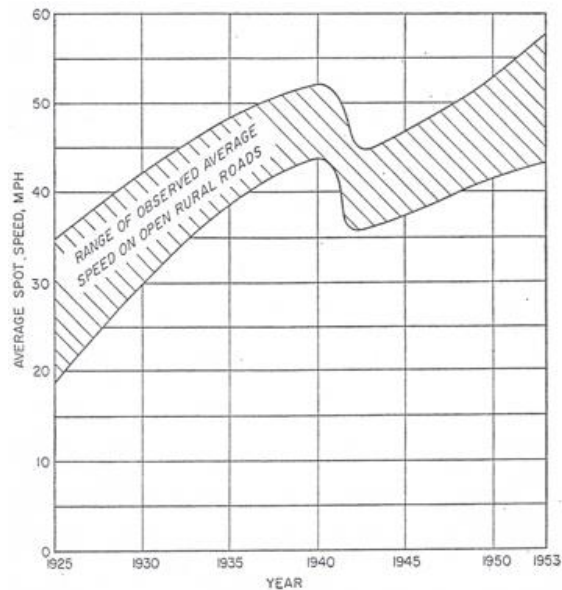


Figura 2.11 Crecimiento de la velocidad de operación en secciones niveladas y rectas de carreteras rurales EEUU 1925-1953 (Matson, et al. 1955).

Esta comparación resulta relevante, para los objetivos que persigue esta investigación, debido a que es innegable la presencia de factores sociales, desligados completamente de factores asociados al diseño del camino, fenómenos

climáticos, factores de tránsito o de diseño en los vehículos, en la variación de este indicador. Es importante entonces, resaltar como un acierto el presentar a los factores, psicológicos, culturales y económicos que envuelven a una sociedad como actores principales en la movilidad y no solo como actores secundarios, como lo ha planteado por años la visión tradicional de la Ingeniería de Tránsito.

El estudio particular de los factores y condiciones, sociales y económicas que se encuentran implicadas, así como la obtención de conclusiones acerca de los factores sociales que afectan de forma particular a la velocidad de operación en los automóviles, excede los límites de este estudio, sin embargo, es un hecho relevante que se debe hacer notar para su análisis en trabajos que deseen continuar una línea de investigación especializada en averiguar de forma general o particular la implicación de los factores, psicológicos, culturales y económicos en este y otros indicadores del comportamiento de la operación en la movilidad en una sociedad.

## **2.7 Accidentabilidad**

Un accidente es “un suceso eventual en que involuntariamente se causa un daño a la persona o a los objetos. Cuando en ese hecho se encuentra involucrado un vehículo por lo menos, en circulación por una vía, se dice que el accidente es de tránsito.” (López, R., 2018, Pg. 101).

### ***Clasificación de los accidentes de tránsito (Lopez, R., 2018)***

|                     |                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Choques</i>      | Son accidentes en los que intervienen dos o más vehículos del mismo o diferente tipo que se encuentren en movimiento.                                                                                 |
| <i>Proyecciones</i> | En ellas interviene un solo vehículo o persona en movimiento, quien impacta a un objeto estático.                                                                                                     |
| <i>Atropellos</i>   | Se presentan cuando un vehículo autopropulsado ocupa el espacio de una persona, animal, vehículo mecánico o autopropulsado pequeño en movimiento que se encontraba fuera del vehículo “atropellador”. |

### ***Clasificación de los accidentes de tránsito (Lopez, R., 2018)***

|                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Caídas</i>           | Se da cuando una persona que se hallaba dentro de un vehículo, sin que tenga que ver el tipo del mismo, queda fuera. No importa la forma en la que esto haya ocurrido.                                                                                                                                                      |
| <i>Volcaduras</i>       | “Cuando un vehículo sin control deja de deslizarse sobre sus antiderrapantes y comienza a hacerlo sobre cualquier parte de su carrocería o gira en vueltas sobre una de sus partes abarcando las señales; este hecho se puede presentar con un vehículo en movimiento o como una consecuencia.” (López, R., 2018, Pg. 103). |
| <i>Fallas mecánicas</i> | Debe ser comprobada por un perito mecánico quien determinará si la falla era evitable o no.                                                                                                                                                                                                                                 |

Figura. 2.12 Clasificación de los accidentes de tránsito, Elaboración propia, con base en las definiciones de López, R., 2018.

Para medir la accidentabilidad, es decir, la tasa de incidentes de tránsito que ocurren Cal y Mayor (2018) proporcionan tres tipos de indicadores: accidentabilidad (número de accidentes), morbilidad (número de heridos) y mortalidad (número de muertos). (Cal y Mayor, 2018). Estos indicadores proporcionan un análisis cuantitativo de la “magnitud del problema”.

Los índices y métodos de cálculo utilizados tanto por Cal y Mayor (2018) como por Matson, et al. (1955) son:

- Índice de accidentabilidad:
  - Respecto al número de habitantes: Representa el número de accidentes al año por cada 100,000 habitantes. Su cálculo se expresa como:

$$I_{A/P} = \frac{\text{Número de accidentes en el año} * 100,000}{\text{Número de habitantes}} \quad \text{Ec. (2.8)}$$

- Respecto al número de vehículos: Representa el número de accidentes al año por cada 10,000 vehículos registrados. Su cálculo se expresa como:

$$I_{A/P} = \frac{\text{Número de accidentes en el año} * 10,000}{\text{Número de vehículos registrados}} \quad \text{Ec. (2.9)}$$

- Respecto al kilometraje de viaje: Es el número de accidentes por cada millón de vehículos-kilómetro de viaje. Se expresa como:

$$I_{A/P} = \frac{\text{Número de heridos en el año} * 1,000,000}{\text{Número de habitantes VK}} \quad \text{Ec. (2.10)}$$

Dónde:

VK = Vehículos kilómetro de viaje al año y se calcula como:

$$VK = TPDA (365) * (L) \quad \text{Ec. (2.11)}$$

TPDA = Tránsito Promedio Diario Anual cuyo cálculo se encuentra contenido en la Ec. 2.2.

L = Longitud del viaje.

- Índice de morbilidad:

- Respecto al número de habitantes: Representa el número de heridos al año por cada 100,000 habitantes. Su cálculo se expresa como:

$$I_{morb/P} = \frac{\text{Número de heridos en el año} \cdot 100,000}{\text{Número de habitantes}} \quad \text{Ec.} \quad (2.12)$$

- Respecto al número de vehículos: Representa el número de heridos al año por cada 10,000 vehículos registrados. Su cálculo se expresa como:

$$I_{morb/P} = \frac{\text{Número de heridos en el año} \cdot 10,000}{\text{Número de vehículos registrados}} \quad \text{Ec.} \quad (2.13)$$

- Índice de mortalidad:

- Respecto al número de habitantes: Representa el número de muertos al año por cada 100,000 habitantes. Su cálculo se expresa como:

$$I_{mort/P} = \frac{\text{Número de muertos en el año} \cdot 100,000}{\text{Número de habitantes}} \quad \text{Ec.} \quad (2.14)$$

- Respecto al número de vehículos: Representa el número de muertos al año por cada 10,000 vehículos registrados. Se calcula como:

$$I_{mort/P} = \frac{\text{Número de muertos en el año} \cdot 10,000}{\text{Número de vehículos registrados}} \quad \text{Ec.} \quad (2.15)$$

- Índice de accidentabilidad con respecto al número de vehículos que entran a una intersección: Con este índice se pueden identificar puntos peligros en una vía o en la red vial. Representa el número de accidentes por millón de vehículos que entran a una intersección en un año. Es igual a:

$$I_{A/VEI} = \frac{\text{Número de accidentes en el año} \cdot 1,000,000}{V} \quad \text{Ec.} \quad (2.16)$$

Dónde:

V = El número de vehículos que entran a una intersección en un año:

$$V = TPDA (365) \quad \text{Ec.} \quad (2.17)$$

TPDA = Tránsito Promedio Diario Anual de vehículos en la intersección cuyo cálculo se encuentra contenido en la Ec. 2.2.

- Índice de Severidad en intersecciones: Este índice se usa para determinar la severidad de los accidentes en términos de los daños materiales, heridos y muertos con respecto al número de vehículos que entran a la intersección durante un año. Se calcula como:

$$IS = \frac{NAD_E * 1,000,000}{TPDA (365)} \quad \text{Ec.} \quad (2.18)$$

Dónde:

TPDA = Tránsito Promedio Diario Anual de vehículos en la intersección cuyo cálculo se encuentra contenido en la Ec. 2.2.

NAD<sub>E</sub> = El número de accidentes equivalentes por daños materiales, heridos y muertos, equivalentes en daños materiales.

$$NAD_E = NAD + NAH (F_1) + NAM (F_2) \quad \text{Ec.} \quad (2.19)$$

NAD= Número de accidentes con daños materiales solamente

NAH= Número de accidentes con heridos

NAM= Número de accidentes con muertos

$$F_1 = \frac{\text{Costo de los accidentes con heridos}}{\text{Costo de los accidentes con daños materiales solamente}} \quad \text{Ec.} \quad (2.20)$$

$$F_2 = \frac{\textit{Costo de los accidentes con muertos}}{\textit{Costo de los accidentes con daños materiales solamente}} \quad \text{Ec. (2.21)}$$

### 3. Viajantes

Las condiciones especiales bajo las que se realiza el transporte en el ámbito urbano provienen, como se mencionó antes, de las interacciones diarias entre los elementos propios de este ámbito, las personas, los vehículos y el entorno.

Platón en *La república* (2005), escribe una conversación entre Sócrates y Glaucón; en ella ambos se proponen diseñar la ciudad perfecta, pensando para ello toda clase de ocupaciones indispensables para satisfacer las necesidades más básicas del ser humano como lo son la comida, el refugio y el vestido, además la imaginan llena de actividades necesarias para el intercambio de mercancías destinado a satisfacer estas necesidades.

Sócrates y Glaucón llegan a una conclusión: una ciudad calculada y programada hasta el último minuto del día, no es ideal para ser habitada; en este tipo de ciudad sus habitantes, dedicarían su vida entera a satisfacer sus necesidades básicas y ejerciendo su trabajo de forma diligente, juegan entonces, en palabras de Glaucón, un papel no muy distinto al de los cerdos destinados a la engorda.

Jirón, 2007:

*Existe el peligro de instrumentalizar lo cotidiano al catalogarlo de tal forma que la planificación mecanice la vida cotidiana, al intentar modificar el comportamiento como una forma de ingeniería social.*

El emprendimiento mental al que se encomendaron estos filósofos los llevo a entender que la necesidad humana no solo se limita a la satisfacción de las más básicas, sino que está llena de interacciones sociales y deseos personales a los cuales aspiran las personas para llenar su vida.

Esta misma conclusión ha sido recalcada por los llamados maestros de la sospecha, autores de las ciencias sociales y la filosofía, Nietzsche, Freud y Marx. La influencia del tratamiento que dan sobre las motivaciones humanas en sus obras puede verse hoy en el desarrollo de teorías integrales para la solución de problemáticas al interior de la sociedad.

Construir un sistema de transporte y su infraestructura bajo la multiplicidad de factores que alteran la ruta de las mercancías, de las personas, sus horarios y los puntos donde se requieren se vuelve una tarea varias veces más complicada que aquella donde es necesario únicamente satisfacer las necesidades básicas de la población.

Estas necesidades, más complejas, se determinan por las relaciones que mantienen con otros individuos y con las costumbres del entorno en donde desarrollan su vida, la recreación, la satisfacción de ciertos placeres y las ambiciones de cada uno, son factores que se eliminan por alterar la visión de una ciudad ideal (Platón, 2005) bajo la cual los ingenieros se han empeñado en basar sus diseños de movilidad.

Las visiones tradicionales en el diseño del transporte se han enfocado en realizar esta tarea, enfocándose estrictamente en factores cuantificables haciendo a un lado los factores poco cuantificables considerándolos como imposibles de controlar.

Sin embargo, diseñar sin tomar en cuenta estos factores incuantificables, propios de las necesidades individuales de cada ser, significa diseñar las condiciones que facilitan una actividad humana, como el transporte, sin tomar en cuenta el factor humano. Entender que diseñar a partir y para estos factores, no significa tratar de controlarlos, si no comprenderlos e incluso tratar de hacerlos funcionar en favor del diseño (Coxon, S., 2019); este es el primer paso para abandonar la visión tradicional.

Tomar en cuenta el factor humano debe ser una norma del diseño, no solo del transporte, si no de cualquier servicio, herramienta u objeto, destinado a ser usado por un humano.

### **3.1 Concepto de viajante**

De acuerdo con Amar (2011), los viajeros son:

*Actores en el sentido amplio: Son los que hacen la nueva movilidad urbana, y cuya lista se extiende, de manera considerable, más allá de los operadores clásicos.*

Términos o conceptos como usuario, pasajero o viajero, ya no son suficientes para describir las características contemporáneas de las personas que acceden a la movilidad urbana (Errázuriz, T., 2017; Amar, G., 2011).

Por un lado, viajero es un término que se ha utilizado para referirse a aquellas personas que realizan algún viaje por placer o cuya ocupación recae en la actividad misma del viaje, es decir, el término viajero es utilizado más como un adjetivo, en tanto, representa un elemento constitutivo de la identidad de una persona, aunque sea de forma contingente. En otras palabras, usamos el término viajero de la misma forma que usamos términos como cocinero, carpintero, ingeniero, etc.

Por otro lado, el término pasajero, es un término cuya caducidad ha sido establecida por el desarrollo de la concepción sobre la movilidad urbana. Concebir a una persona como un ente pasivo dentro de un sistema diseñado para funcionar con la precisión de un reloj, la relega a un estatus menor que el de un engrane. Ser un pasajero constituye un estado transitorio, cuyo comienzo y fin configuran un espacio acotado. Ser un pasajero, a diferencia de un viajero, no es un elemento constitutivo de la identidad de una persona, sino que más bien se le ha considerado algo marginal y sin importancia (Errázuriz, T., 2017).

En ese sentido, para una persona, ser un pasajero dentro de la visión tradicional de la movilidad urbana, no constituye, en términos prácticos, diferencia sustantiva a la de un paquete en un sistema de envío, en tanto carece en todo momento de la capacidad de interactuar con el medio que utiliza para realizar la necesidad de trasladarse (Coxon, S., 2019).

Finalmente, el antiguo término usuario, que casi había desaparecido del vocabulario de los transportes, evoca al sujeto anónimo de una administración (Amar, 2011).

Proponer un término nuevo como alternativa en una visión de transporte integral proviene de la propuesta anglosajona de utilizar el término *commuter*<sup>3</sup> como alternativa a *traveler* o *passenger*, que hace referencia al tipo de personas que realizan viajes cotidianos de sus casas a diferentes puntos de las ciudades.

Es el crecimiento de las ciudades y la necesidad de transporte en ellas la que hace que el viajar se transforme en una práctica extendida en el comportamiento de los habitantes de las ciudades. Autores contemporáneos como Errázuriz (2017), Coxon (2019), Norman (2004) y Amar (2011) coinciden en que referirse a una persona como *commuter* no denota un elemento constitutivo de identidad, sino una acción cotidiana, necesaria para interactuar dentro del ámbito urbano, es decir, elimina el estado pasivo del término pasajero o usuario, por considerarla un elemento activo dentro de las dinámicas urbanas, al mismo tiempo que excluye la definición del acto de viajar como una ocupación. Por supuesto, el viajero siempre fue un “actor” fue un actor de la movilidad, pero en un modo relativamente poco activo (Amar, 2011).

Ser *commuter* es, en muchos sentidos, ser una persona que utiliza el transporte como una herramienta y un fin en sí mismo. Una herramienta en tanto es usada para conseguir un objetivo más grande y un fin en tanto necesidad humana. El *commuter* es competente, se organiza, accede a periódicos, tiene fotos de internet, hace comentarios, interviene en la evaluación y hasta el diseño del transporte (Amar, 2011).

Amar (2011) lo ejemplifica de la siguiente forma:

*Vemos cada vez más viajeros “expertos” que organizan sus viajes turísticos navegando internet, con casi la misma competencia que una agencia de viajes. Del mismo modo, la movilidad urbana naturalmente conduce a los “practicantes” a construir cada uno su propio cóctel de movilidad “rescatando” entre las ofertas disponibles a tales o cuales componentes adaptados a sus necesidades o a sus medios.*

---

<sup>3</sup> El término *commuter* proviene a su vez de *commute* que fue acuñado por las empresas ferroviarias debido a la conmutación en las tarifas que se hacía para los usuarios del tren que lo usaban de forma cotidiana para ir y venir de sus casas a sus trabajos (Paumgarten, 2007).

Una vez que se entiende lo anterior, se entiende que un concepto como *commuter* es solo el primer paso en la construcción de la alternativa a las visiones tradicionales de la Ingeniería de Transporte (Norman, D., 2004 en: Coxon, S., 2019). Especialmente en países que se encuentran en fases previas del desarrollo capitalista como México, si el objetivo final es la aplicación de estas nuevas visiones, entonces la comprensión real de su significado pasa por la creación o resignificación de conceptos en el idioma de las personas para quienes se realiza.

Por ello, el término viajante representa una propuesta ante la resignificación de los usuarios del transporte urbano en países de habla hispana, distinta a propuestas anteriores como la de *pasajero funcional* empleado por otras autoras como Jirón (2017), Errázuriz (2017) e Imilan (2017) o a la reinención del término *usuario* propuesta por Amar (2011). Esta propuesta surge a partir de su raíz etimológica: *via-camino*, *age-acción* y *ante-el que realiza una acción*; tal como hablante, caminante o andante, viajante no es solo aquel espectador pasivo a merced de los engranes del sistema en el cual interactúa, si no que representa la performatividad del viaje en sí mismo como resultado de la actividad humana.

### **3.2 Derecho a la movilidad**

La concepción de la movilidad como derecho humano tiene sus orígenes en los movimientos por los derechos urbanos de la década de los 70's, derivado del concepto desarrollado por el socialista francés Henri Lefebvre (1968), sobre el derecho a la ciudad. Este no es un concepto aislado o abstracto de las ciudades, si no sobre la responsabilidad de la sociedad de garantizar a toda persona el acceso a los servicios que la ciudad ofrece y que posibilitan derechos fundamentales como la alimentación, el agua, la educación, la salud, etc. De esta forma el derecho a la movilidad surge como la base sobre la cual se garantiza el acceso a estos servicios (Velázquez, M., 2017).

El derecho a la ciudad y a la movilidad se proclama como una propuesta política enmarcada dentro de un escenario mundial donde las ciudades se vuelven cada vez menos vivibles y las diferencias sociales fragmentan o dividen los espacios urbanos, segregando o auto segregando ciudadanos. Esto es consecuencia de

corrientes de pensamientos modernos especialmente a lo que respecta al urbanismo (Velázquez, M., 2017) y su influencia y relación con el sistema económico capitalista.

La importancia de la movilidad como un tema social y político fue introducida por el filósofo francés François Ascher en 2004 (Velázquez, M., 2017). De tal manera que propone la existencia de al menos tres razones para otorgarle esta importancia:

1. Porque es una condición clave de acceso al mercado laboral, a una vivienda digna, a la educación, a la cultura, al ocio y a la vida en familia. Por ello es precondition de los otros derechos y un derecho genérico con una creciente importancia social.
2. Porque la movilidad se convierte en el factor principal en la vida cotidiana activa de las personas. La movilidad, por tanto, no es un medio, es una parte de la vida por derecho propio.
3. Porque tiene un costo económico, social y ambiental.

El derecho a la movilidad es (Velázquez, M., 2017):

*El derecho de toda persona y la colectividad a disponer de un sistema integral de transporte de calidad, aceptable, suficiente y accesible que, en condiciones de igualdad y sustentabilidad, permita el efectivo desplazamiento de todas las personas en un territorio para la plena satisfacción de sus necesidades y el desarrollo económico, social y cultural de la sociedad.*

La concepción del derecho a la movilidad es, como todos los derechos, la consecución de diversas luchas sociales, así como de la respuesta estatal de restringir, regular o dirigir estos reclamos (Velázquez, M., 2017). Tal es el caso de la Ciudad de México, donde el derecho a la movilidad se define dentro de su constitución como sigue (Artículo 5 de la Ley de Movilidad de la Ciudad de México, 2023):

*Artículo 5.- La movilidad es el derecho de toda persona a desplazar individuos y bienes para acceder, mediante los diferentes modos de*

*transporte, a un sistema de movilidad que se ajuste a la jerarquía y principios que reconoce la Ley, para satisfacer sus necesidades y pleno desarrollo.*

El derecho a la movilidad desde un punto jurídico comprende una doble dimensión: el ámbito subjetivo e individual y el ámbito colectivo del derecho. El derecho subjetivo a la movilidad se conforma en la posibilidad de conseguir para los ciudadanos el acceso a bienes, servicios y posibilidades de interacción con la ciudad. El otro ámbito, el derecho colectivo a la movilidad, se refiere a la ejecución eficiente de políticas públicas por las cuales el estado otorgue un sistema de movilidad sostenible con equidad en la distribución de los equipamientos e infraestructura de la ciudad. Por tanto, el derecho a la movilidad debe generar una obligación en el quehacer del estado en la administración pública (IDHC, 2013. En: Velázquez, M., 2017).

La equidad, en la movilidad, se refiere a la garantía de libre circulación a todas las personas, con especial atención a los términos de condición económica, social, cultural, étnica, etaria o de género, a las que son sujetas. La equidad debe traducirse en el ámbito urbano, a la accesibilidad del transporte público en los términos de oportunidad, cobertura, equipamiento y costos que sean accesibles (Velázquez, M., 2017).

### **3.3 Diseño de experiencia**

Aunque el termino diseño de experiencia pueda parecer contemporáneo, en realidad, puede ser más antiguo que el diseño en sí mismo. Tan pronto como un objeto es utilizado por algún ser, ya sea que haya sido creado o exista en la naturaleza, contiene en sí el corolario de la experiencia (Coxon, S., 2019).

La experiencia es tan importante como el objeto, sistema o servicio que se requiere utilizar, pues es a través de la experiencia como se interactúa con el entorno que rodea a los individuos y es a través de esa interacción como se toman decisiones.

Antiguamente la experiencia con un objeto creado por el humano era algo que surgía del diseño, sin embargo, en épocas más recientes quizás sea más adecuado

decir que el diseño físico de un objeto, sistema o servicio está dado por la experiencia deseada (Coxon, S., 2019).

En este sentido el desplazamiento no ha sido lo suficientemente investigado, excepto por la visión tradicional del transporte que tiende a examinar simples categorías de viaje. Comprender los procesos sociales involucrados en un viaje requiere concentrarse más en las experiencias que estas movilidades generan que sólo en los tipos y formas de transporte. Al mismo tiempo que la investigación de transporte desatiende estos procesos y cómo afectan la vida de las personas, gran parte de las investigaciones en las ciencias sociales han sido a- móviles, es decir, que ignoran los movimientos que las personas hacen para llegar al trabajo, el estudio, la familia, los lugares de ocio y las actividades de placer. Se ha dejado de lado el examen sobre cómo la vida social presupone tanto los movimientos actuales como los imaginados de las personas de lugar a lugar, persona a persona, evento a evento (Jirón, P, 2007).

En el diseño de los sistemas de transporte los elementos que no forman parte de la infraestructura física, pero que, si forman parte de su interacción con el usuario, son tan importantes en la toma de decisiones de las personas como los elementos físicos. Por ejemplo, en el caso de los sistemas de transporte colectivos el horario de partida o parada de los vehículos determina gran parte de las decisiones que una persona debe tomar al salir de su casa, incluso si estos no son exactos o no se encuentran regulados (Coxon, S., 2019). El horario estimado que las personas determinan para el arribo de su transporte determina las rutas que seguirán y el tiempo estimado de su viaje, aún antes de salir de su casa. Otros elementos que no forman parte de la infraestructura física de los sistemas de transporte y que influyen en la toma de decisiones de una persona al interactuar con él son: el volumen de usuarios que un vehículo o vialidad alberga a determinada hora, los servicios comerciales que se ofrecen durante su camino, la distancia entre el origen de su viaje y su destino y la interacción que tienen con otras personas al interior del sistema.

Los diseñadores deben de realizar sus obras en virtud del conocimiento y lenguaje que los usuarios utilizan para interactuar con su entorno. La interacción puede y debe ser aprovechada para que cada parada de un viaje sea una parada exitosa (Coxon, S., 2019).

Tomar en cuenta aspectos como la complejión física de las personas, las convenciones sociales de su comunidad y la forma característica en que una determinada población interactúa con su entorno son aspectos fundamentales en el diseño de experiencia. La experiencia de una persona en un autobús público puede ser mala si el autobús tiene una estatura menor a la que posee el usuario, de la misma forma en que la experiencia de otro usuario puede verse afectada si las señales que se utilizan no corresponden con las que identifica de forma común en su vida diaria (Errázuriz, T., 2017); el diseño de experiencia también puede inhibir la utilización de un determinado medio de transporte si este afecta la apariencia física, requerida socialmente, de la persona al llegar a su destino, en la gran mayoría de los países no es aceptable llegar transpirando al trabajo.

La forma en la que se diseñan las estaciones, centros de transferencia modales y las vialidades también deben priorizar la interacción del usuario con su entorno, la facilidad con la que el usuario recibe la información necesaria para realizar correctamente su viaje como la señalización de las correspondencias, sentidos de circulación o dirección de la ruta, las señales de tránsito, ubicación de paradas, etc. Deben de presentarse de una forma sencilla, de tal forma que para el usuario no sea un problema desenvolverse a lo largo de su trayecto (Coxon, S., 2019). Para ello la jerarquización de la información que se le brinda al usuario debe presentársele de forma intuitiva.

La arquitectura de una central de transferencia solo es un vehículo o medio a través del cual el usuario puede sentirse libre de no pensar tanto en su viaje si no en las prioridades que tenga como individuo.

Con respecto a lo anterior, Norman (2004 En: Coxon, S., 2019) escribe:

*El conocimiento acerca de la interacción de los usuarios permite describir en términos precisos la interacción con la vida diaria. Estos términos son asequibilidad, significancia, restricciones, y modelos mentales que todos tenemos, usamos y hacemos para garantizar el éxito en la interacción con el mundo que nos rodea. [...] A través de la red que forman estos términos, podemos empezar a ver como el mundo físico puede ser pensado en formas que faciliten una buena experiencia hacia los usuarios. [...] Esto solo es el principio, la búsqueda por una buena experiencia requiere el entendimiento del diseño visto desde una perspectiva emocional.*

En este enfoque de diseño se debe tomar en cuenta las reacciones emocionales de los usuarios al interactuar al interior de un sistema de transporte, como en una red vial o un sistema de transporte colectivo.

Es importante entender que al diseñar de forma integral con base en las emociones de los usuarios no se busca controlar su estado de ánimo, si no entenderlo (Coxon, S., 2019) y entender cómo ello interviene en su interacción dentro del sistema de transporte. Quizá una persona puede tener un mejor humor en determinados momentos del día, por ejemplo, en la mañana en un día templado, que por la tarde de regreso del trabajo en un día caluroso.

Entender esto significa diseñar un sistema de transporte de forma tal que la interacción con el mismo no represente una carga más que deba afrontar en su día. Hay que tener en consideración que una persona es más eficaz resolviendo o interactuando con un problema, como guiarse a través del sistema, cuando este recibe un estímulo positivo que cuando no recibe nada en absoluto (Coxon, S., 2019). Es por ello que las tareas como encontrar la ruta correcta, la correspondencia apropiada o preocuparse por no padecer un incidente, deben ser tan sencillas como se pueda.

Asimilar esta visión significa asimilar que, así como los ingenieros han sido capaces de encontrar soluciones al diseñar un puente o un túnel sin que estos colapsen o mantener seguro a un conductor que transita sobre una carretera. También deben ser capaces de entender y encontrar soluciones que sean aplicadas al diseño de

experiencia en sistemas de transporte como parte integral de la satisfacción que las personas buscan al hacer uso de estos.

De acuerdo con Coxon, Napper y Richardson (2019):

*Así como ningún ingeniero tiene el derecho de poner a alguien en peligro, tampoco tenemos el derecho de hacerle la vida más difícil.*

### **3.3.1 Indicadores de la experiencia**

La visión tradicional a la solución del problema de tránsito y movilidad en las ciudades ha considerado a la funcionalidad y la experiencia como valores intercambiables, es decir, que han sido usados de forma indistinta para describir la calidad de los sistemas de transporte.

Sin embargo, las propuestas que se han hecho para una solución integral consideran a la funcionalidad tiene que ver con la eficiencia y la experiencia con el placer y el valor personal.

De esta forma es importante entender que las emociones que experimentan los viajeros en el transporte moldean directamente la percepción sobre la eficiencia de su servicio. Por tanto, podemos decir que la insatisfacción y la satisfacción son, en este sentido, reflejo de calidad.

Medir la experiencia de los usuarios tal y como se ha planteado por los autores con una visión integral del diseño del transporte, es algo relativamente nuevo, uno de los primeros intentos de realizarlo y quizá el más importante es el METPEX de la unión europea (UE) cuyas siglas en inglés son: a MEasurement Tool to determine the quality of the Passenger EXperience, realizado entre 2011 y 2015, por diversas instituciones de la UE encabezados por la Universidad de Coventry.

Esta investigación revela que una de las claves para encontrar los indicadores de experiencia en la población es la presencia de nichos representativos de usuarios como los usuarios exclusivos del transporte público, los ciclistas o las personas con alguna limitación física para su movilidad.

Los datos de esta investigación se nutrieron de cinco principales métodos de recolección de datos los cuales fueron: Cuestionarios sobre papel, Cuestionarios en línea, datos digitales de apps de navegación, datos digitales de aplicaciones de orientación para teléfonos inteligentes y grupos de enfoque.

Los indicadores de experiencia más relevantes de acuerdo con Napper (2019) son:

- Accesibilidad
- Disponibilidad de servicio
- Disponibilidad de información
- Seguridad del vehículo y seguridad en el viaje
- Infraestructura adecuada
- Confiabilidad de los servicios
- Valor dinero
- Opciones de pago y tarifas
- Comodidad y vehículos
- Satisfacción de grupos específicos
- Posibilidad y facilidad de transbordos
- Personal de operación

Estos indicadores deben cimentar la idea de diseñar sistemas de transporte que se adapten a las capacidades de los viajeros. De acuerdo con Napper (2019) la mayoría de las aproximaciones sobre la representación de la medición de la experiencia hace uso de círculos concéntricos, donde al centro se posiciona el receptor de la experiencia, en este caso, el viajante como se muestra en la figura 3.1.

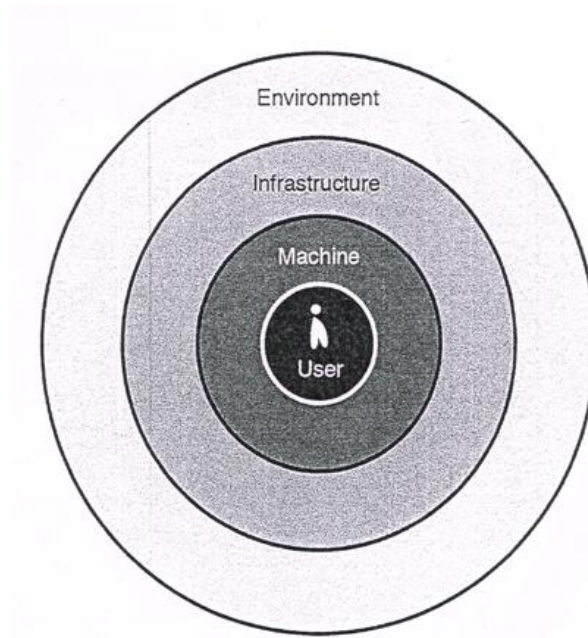


Figura. 3.1 El viajante al centro de toda interacción con capas que devienen hacia afuera a medida que los viajeros interactúan con su entorno (Napper, 2019).

Para el caso de la determinación de la experiencia se toma como base el modelo del hexágono-Spindle propuesto por Andre Woodcock de la Universidad de Coventry (Tovey, M. 2012) que se muestra en la figura 3.2.

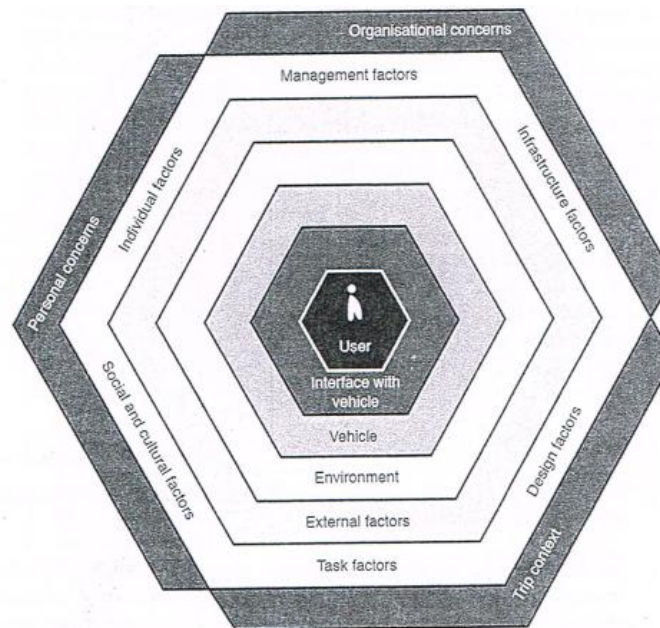


Figura. 3.2 Hexágono-Spindle. Categorizando las capas de interacción (Napper, 2019).

Este modelo proporciona una visión integral de la interacción del viajante a lo largo de su recorrido por un sistema integrado de transporte o por la ciudad. El modelo pone al centro al viajante y alrededor los demás factores con los que interactúa a medida que pasa por cada etapa del viaje, evaluando los indicadores de experiencia enunciados por Napper (2019) de forma transversal como se ilustra en la figura 3.3.

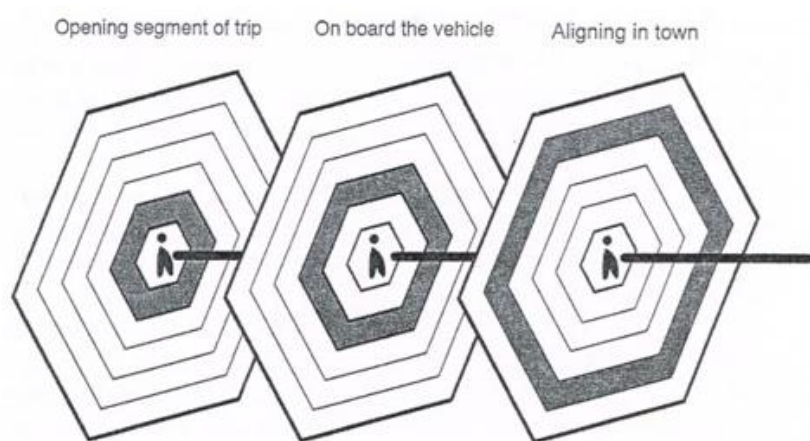


Figura. 3.3 Representación hexagonal de la interacción del viajante a lo largo de un viaje (Napper, 2019).

### 3.4 Accesibilidad

Las condiciones materiales de las personas como el nivel socioeconómico, la edad o el género develan diferencias estructurales dentro de la sociedad. Estas condiciones también se develan a sí mismas en la experiencia de la movilidad, es decir surgen en el modo en que se vive, se percibe y se desarrolla la movilidad (Jirón, 2017).

Los análisis cuantitativos de comportamiento de viaje dejan fuera la experiencia de movilidad cotidiana y las implicancias diarias de la desigualdad (Jirón, P. 2007).

Las desigualdades existentes pueden exacerbarse como consecuencia de la movilidad cuando la relación entre movilidad y desigualdad no se reconoce y los sistemas deficitarios de movilidad tienden a conducir a aquellas personas con los medios suficientes a utilizar movilidades alternativas, mientras que aquellos sin los medios, están forzados a usar solamente las formas disponibles, generando así más desigualdades (Jirón, P. 2007).

Por un lado, las personas que poseen el capital financiero, cultural y social tienen poder sobre el espacio y tienden a auto segregarse; mientras que, por el otro, personas con bajos niveles de capitales tienden a estar confinados a espacios que ellos no escogen.

Como consecuencia, no todos tienen igual acceso a sitios de trabajo, placer o consumo (Allemand, 2003). Por otro lado, las movilidades múltiples pueden generar desigualdades masivas, especialmente cuando provienen del poder de los “usuarios conectados”, a los que Peter Sloterdijk llama la ‘élite cinética’, que experimentan un flujo armonioso y tranquilo a través de espacios cerrados y exclusivos, mientras los desconectados son dejados fuera de esos espacios cerrados” (Wood & Graham 2004, En: Jirón, 2007) o de las movilidades bloqueadas que generan los barrios cerrados y las restricciones puestas en las personas que viven en la “subclase” cinética (Urry, 2003, En: Jirón, 2007). Estas desigualdades no sólo se relacionan con el tiempo y el espacio, pero también con la experiencia de movilidad (Jirón, P. 2007).

Esta diferenciación, la autosegregación, el confinamiento de la periferia, las vulnerabilidades aglomeradas, y el tener diferentes posibilidades de acceder a los beneficios de la ciudad, lo que anteriormente se definió como el derecho a la ciudad, hace que las personas vivan en ciudades paralelas, superpuestos, pero sin encontrarse, y sin la necesidad de hacerlo tampoco.

La desigualdad urbana, es un aspecto que afecta de manera importante la calidad de vida. La segregación residencial es una importante manera en que las desigualdades se espacializan. Aunque no le resta importancia al análisis de la segregación, no significa que la disminución de la segregación vaya a eliminar la desigualdad; de hecho, significa que la desigualdad puede hacerse más borrosa (Jirón, P. 2007).

De esta forma, contrario al pensamiento clásico, la accesibilidad al transporte urbano se vuelve algo más que dotar de rampas o elevadores para sillas de ruedas a la infraestructura del transporte urbano, la desigualdad de ingreso hace que la experiencia de la ciudad sea muy distinta, permitiendo más posibilidades para

aquéllos que cuentan con disponibilidad de medios. El ingreso otorga la posibilidad de tener un automóvil o un teléfono celular que amplía la posibilidad de moverse virtualmente por la ciudad y evitar el uso del transporte público (Jirón, P. 2007).

Las relaciones desiguales como las de género, condición socioeconómica o edad, generan experiencias diferenciadas, donde para algunos la experiencia de viajar se vuelve difícil y limitada (Jirón, P. 2007). Todos presentan deficiencias en la experiencia de viaje, pero son deficiencias diferenciadas. Estas deficiencias finalmente se convierten en experiencias cuando se interactúa dentro del sistema y son particularmente relevantes para la forma en que los sistemas urbanos y de transporte actuales se adecuan a las necesidades de la población.

Para lograr que el potencial individual de las personas pueda ser mejorado se deben de reconocer estas desigualdades y mejorar la movilidad al mejorar sistemas deficientes de transporte, haciéndolos más accesible, cómodos, fiables y también más adecuados a las idiosincrasias locales.

Las políticas urbanas deben de reconocer la forma en que las personas utilizan actualmente los sistemas de transporte y mejorarlos con iniciativas que permitan el potencial para la apropiación móvil del espacio con el fin de disminuir la desigualdad y promover ciudades más equitativas, en lugar de reemplazarlas.

Esto involucra reconocer que las actividades que las personas desarrollan son múltiples, y generalmente combinadas en términos de los tipos de lugares donde se va, y los modos de transporte que se utilizan para llegar ahí (Jirón, P. 2007).

Finalmente, las ciudades requieren adaptarse mejor a las necesidades de su población y no necesariamente lo inverso. Esa es la accesibilidad que se define en este trabajo y a la que se propone que las ciudades deben aspirar.

### **3.5 Género y movilidad**

Observar y analizar la movilidad con una perspectiva de género no solo revela a la movilidad como práctica, sino también como relación social, donde se expresan,

permiten, producen o contestan relaciones de poder (Cresswell, 2010, En: Jirón, 2017).

Desde esta perspectiva, la movilidad, no es meramente el reflejo de las estructuras sociales, sino que es productora de las diferencias estructurales entre las condiciones materiales de las personas.

Entender a la movilidad como producto y productor de las relaciones que existen en las estructuras sociales lleva a entender que las implicaciones de movilidad en la vida de las personas no son homogéneas; son vividas de manera diferenciada entre mujeres y entre hombres. Ello hace que las prácticas de movilidad sean distintas y tengan distintas implicancias de género (Jirón, P. 2018. En: Zunino, D. (Eds.), 2018).

Los vínculos entre género y movilidad se reconocen claramente en la actualidad en el reconocimiento de la diversidad cultural y étnica.

Así mismo es importante diferenciar entre el sexo y el género. El género va más allá de los temas de mujeres; se relaciona con las expectativas, los comportamientos y las relaciones sociales y culturales que se construyen y enmarcan en torno a las diferencias de sexo. Estas relaciones se interrelacionan con otras diferencias sociales como edad, clase, etnia, habilidad, sexualidad, entre otras (Jirón, P. 2018).

Visualizar la heterogeneidad en las implicaciones de la movilidad entre hombres y mujeres, comienza con el estudio de aquello que se invisibiliza a través de la práctica cotidiana de las personas. Lo cotidiano es la principal forma en que las experiencias, los significados y las prácticas se dejan de visualizar y su estudio otorga un enfoque teórico, sobre el que se examinan los aspectos problemáticos de la movilidad en la rutina diaria, aspectos que son generalmente ignorados por aquellos que toman sus decisiones con base en la visión tradicional (Jirón, 2007).

Jirón (2007) propone la división en el estudio de la heterogeneidad y su relación con lo cotidiano en la movilidad en tres temas principales:

### *Invisibilidad*

Se refiere a comprender lo cotidiano como aquellos eventos que de otra manera serían imperceptibles e irrevocablemente perdidos. Estos aspectos ocultos de la vida se refieren a esas partes que generalmente son ignoradas o juzgadas negativamente por la práctica e investigación urbana.

### *Conflicto*

Comprender la cotidianidad como el lugar donde el conflicto se puede hallar. La necesidad de exponer lo cotidiano como problemática parte de la base de entender que las relaciones de poder en el ámbito de la movilidad urbana muchas veces se expresan en términos de luchas.

### *Relaciones de poder*

Pone énfasis en la interacción entre las prácticas individuales y las estructurales sociales, entre los diferentes tipos de acciones y los diversos niveles de conciencia.

La visión tradicional del transporte ha condenado el estudio de la vida cotidiana como algo estructural, es decir no toma en consideración el contexto; como declarándose incapaz de lidiar con los factores políticos; como declarándose desconectado de los procesos históricos.

Para aquellos fuera del debate teórico entre las soluciones tradicionales y las soluciones integrales al problema de la movilidad urbana, los aspectos de la movilidad urbana que devienen de la vida cotidiana y las condiciones materiales de las personas pueden aún ser vistos como algo trivial, pero es precisamente al generar conceptos y elementos para comprender los sucesos a partir de los escenarios aparentemente triviales, que los aspectos relevantes del vivir contemporáneo pueden ser resaltados y develados (Jirón, 2007).

Comprender las actividades diarias de las personas en el tiempo y espacio es útil por tres razones. Primero, porque las intervenciones urbanas actuales no incorporan la forma en que las personas experimentan la ciudad ya que la planificación urbana se informa principalmente por medio de datos abstractos sobre

la ciudad y además existe poco reconocimiento de cómo lo cotidiano retroalimenta las políticas y viceversa. Existe el peligro de instrumentalizar lo cotidiano al catalogarlo de tal forma que la planificación mecanice la vida cotidiana, al intentar modificar el comportamiento como una forma de ingeniería social. Segundo, puede ser entendida como la manera más cercana de entender lo que realmente está sucediendo, cómo las vidas se ven afectadas por eventos, en vez de números abstractos y teorías que muchas veces están desvinculadas de lo que hacen las personas. Finalmente, el uso de metodologías adecuadas incide en cómo se puede entender la vida cotidiana (Jirón, 2007).

Frecuentemente sobre esta línea, la violencia física, sexual y psicológica ha sido el principal tema en las interacciones de las mujeres en sus vecindarios, en el transporte público, en los lugares de trabajo, escuelas, clubes deportivos, universidades, hospitales e instituciones religiosas y sociales; sobre el cual se han realizado políticas públicas con relación a la movilidad urbana. Sin embargo, el estudio de la heterogeneidad en la movilidad entre hombres y mujeres va más allá.

La espacialización de la movilidad urbana en torno a la desigualdad, puede ser útil para analizar otros factores que intervienen, si se dejan de pensar como enclaves físicos, la espacialización es un gradiente móvil, en tanto fenómeno que puede alcanzar a varios grupos de habitantes en maneras fluctuantes y diferentes.

Los espacios inseguros abundan en ciudades y zonas aledañas. Los espacios urbanos ofrecen mayor anonimato a los perturbadores de violencia contra las mujeres y niñas (Ortega, S., 2007).

Para darle una solución a esta problemática la segregación se ha presentado en México y otras ciudades no como medidas transitorias, si no como la solución a la problemática de acoso sexual en el transporte. Hacerlo es reconocer como normal esta actitud anómala e inaceptable que manifiesta una parte de la población masculina (Ortega, S., 2007).

Para encontrar soluciones definitivas es necesario reformar las instituciones legales, de justicia y culturales que ayuden a avanzar en la igualdad en el respeto en los

derechos de toda persona, sin diferenciación de género. La segregación no es solución, viola el derecho a la movilidad en tanto no garantiza equidad en el acceso a la movilidad (Ortega, S., 2007). El diseño de la experiencia también debe de tomar en cuenta estas condiciones para crear espacios seguros a toda persona.

Se puede ejemplificar la heterogeneidad de la movilidad en la simple acción caminar tiene distintas interpretaciones de género y como es que esta práctica se ha relegado a un segundo plano por la visión tradicional. El acoso al caminar donde el hombre es un observador y la mujer un objeto que camina por la calle (d'Sousa y McDonough, 2008 en: Jirón, P. 2018, en: Zunino, D. (Eds.), 2018).

La heterogeneidad de la movilidad entre hombres y mujeres es clara en este fenómeno en el que convergen todos los aspectos que se detallaron anteriormente. Así, vemos la invisibilidad en el relego que le ha dado la visión tradicional en la ingeniería de este problema a otras disciplinas. Encontramos también el conflicto en lo más cotidiano de la movilidad urbana, la caminata y finalmente podemos ver las acciones individuales tanto de hombres como mujeres que devienen de las estructuras sociales y como esta relación se manifiesta en una clara relación de poder.

Se puede pensar como un emprendimiento demasiado complejo el entender como la Ingeniería de Transporte puede brindar una solución a estas problemáticas, pero este emprendimiento puede volverse mucho más sencillo.

El automóvil, es un ejemplo de las diferencias en el significado que se da desde una mirada de género y puede otorgarnos claridad de como la Ingeniería de Transporte puede intervenir.

La apropiación del uso del automóvil por la mujer en la época de la posguerra fue resultado del cambio en las dinámicas sociales, así se dio paso a la diferenciación en el uso y diseño de los automóviles entre hombres y mujeres (Jirón P., 2018).

De nuevo encontramos los tres aspectos de la heterogeneidad en la movilidad dentro de este modo de transporte. Al auto de la mujer se le asignó el uso para el

cumplimiento de las labores domésticas, es decir en el cumplimiento de un rol de género dado por las relaciones de poder (Jirón P., 2018).

Sin embargo, no se puede desvalorizar el carácter emancipatorio que tuvo la simple obtención de licencias de conducir de las mujeres para solventar la accesibilidad a este modo de transporte. Así también, se pueden entender la diversificación en la propaganda de los vehículos como una forma de acabar con la asociación de cierto tipo de vehículos con el cumplimiento de los roles de género (Jirón P., 2018).

Así se pueden y se han analizado otros modos de transporte como el barco, el tren o el avión desde una perspectiva de género (Jirón, P. 2018).

#### **4. Ciudades de estudio**

##### **4.1 El problema de tránsito en el mundo**

Si el problema de tránsito en las ciudades surge a partir de la necesidad común, de todas ellas, de trasladar personas y mercancías a través, desde y hacia ellas, es común pensar que este problema es igual en cualquier parte del mundo y qué, por tanto, las mismas soluciones se puedan aplicar en todas ellas.

Es en las interacciones de las condiciones especiales en las que desarrolla el transporte, de las cuales ya se ha hablado, que encontramos las particularidades que definen el problema en cada lugar y son estas también las que deben definir las soluciones a implementar desde el enfoque de una solución integral al problema.

A continuación, se amplía la visión sobre las condiciones y las causas que originan su variación a escala global, con el objeto de identificar las particularidades que existen en los países como México y sus ciudades.

De acuerdo con lo que se ha analizado hasta ahora, podemos definir dos tipos de condiciones en las que se realiza el transporte: físicas y sociales.

Las físicas engloban las características del entorno como el pavimento, el ancho de las vialidades, sus condiciones, etc., así como la cantidad de personas, el tipo y la cantidad de vehículos que circulan, las interacciones físicas entre ambos e incluso el desarrollo económico del país o ciudad. Las sociales abarcan aspectos como la

idiosincrasia de las personas, la capacidad socioeconómica de la población, el tipo de mercancías que se demandan, los hábitos laborales y de esparcimiento de la población, etc.

Es igualmente anacrónico considerar a una de estas condiciones como la regidora de las soluciones planteadas, que considerar a un solo modo de transporte de la misma manera.

Para entender la manera en la que se dan estas condiciones hay que entender primero que, en el modo de producción capitalista, las relaciones sociales se encuentran definidas en el marco del desarrollo de las fuerzas productivas, es decir, de su desarrollo económico y, por tanto, de la fase capitalista que atraviesan los estratos económicos y sociales de los distintos países (Luxemburgo, R. 1913).

Si se entiende lo anterior se puede comenzar a explicar las diferencias en las formas que tiene el transporte para desenvolverse, de acuerdo con el estado económico que alcanza cada nación.

Siguiendo este enfoque, una nación poseerá más y mejores modos de satisfacer su necesidad de transporte si logra desarrollar una industria que le permita acceder a tecnologías más avanzadas y, de forma contraria, se le dificultará satisfacerla si este desarrollo económico y tecnológico se encuentra atrasado (Todd, C., 2021).

Una vez que los estratos productivos, los cuales incluyen los procesos tecnológicos de producción, de una nación alcanzan una fase avanzada del capitalismo, debido a la lógica interna del proceso de acumulación, se genera un proceso en el que la demanda local resulta insuficiente para la realización del plusvalor<sup>4</sup>. Por lo que el

---

<sup>4</sup> Para Marx, el plusvalor es la materialización del tiempo de trabajo excedente y forma parte del capital invertido en fuerza de trabajo o capital variable. Marx lo denomina como tiempo de trabajo excedente porque encontró que el capital variable de la producción debe, además de reproducir su propia equivalencia, crear el remanente de valor esperado a ser apropiado por el capitalista; el plusvalor. El plusvalor es pues, fuerza de trabajo no retribuida a los trabajadores, si no apropiada por los capitalistas. A la forma de medir el tiempo de trabajo excedente producida se le conoce como cuota de plusvalor.

capital de las naciones avanzadas recurre a ampliar sus espacios, de forma tal que se satisfaga la necesidad de una demanda suficiente para la realización del plusvalor, en países con estratos económicos atrasados (Luxemburgo, R., 1913).

Las presiones de las naciones atrasadas por alcanzar los niveles de desarrollo de las avanzadas, así como la exportación de capital de las segundas hacia las primeras, generan la existencia de estratos productivos capitalistas con una productividad e ingresos similares a los de las industrias más avanzadas a nivel internacional, los cuales conviven con estratos atrasados absorbidos por la dinámica general de la economía capitalista (Todd, C., 2021).

El hecho de que los estratos económicos atrasados se vean absorbidos o asimilados por la economía de las naciones no significa que se encuentren superados, especialmente en países atrasados, más bien se genera una dinámica de superposición de los elementos avanzados con los elementos atrasados (Todd, C., 2021).

A esta forma del desarrollo histórico de las naciones se le conoce en economía como Ley del Desarrollo Desigual y Combinado<sup>5</sup>, que es más fácilmente apreciable en las economías atrasadas y, en el ámbito del transporte, explica la existencia de modos de transporte anteriores que conviven con modos de transporte modernos.

---

<sup>5</sup> “El desarrollo desigual y combinado (DDC) es una serie de proposiciones teóricas e históricas impresas en muchos escritos del marxismo, desde el mismo Marx, hasta Lenin, Luxemburgo, Trotsky, entre otros autores. El desarrollo desigual es una ley general del proceso histórico, la cual se refleja en las trayectorias de los países atrasados; sin embargo, debido a las necesidades materiales que imponen los procesos históricos y, sobre todo, económicos en el capitalismo, estos países se ven en la necesidad de generar saltos en ciertos aspectos económicos, sociales, políticos y culturales. Estos saltos producen una combinación de etapas históricas: un desarrollo combinado. Por ello, la aplicación de ambas reglas fue denominada ley del DDC.” (Todd, C., 2021, 14-15 p.) La DDC es considerada por este autor como un desarrollo teórico capaz de coadyuvar en la comprensión de las grandes asimetrías económicas y sociales.

Como ejemplo de lo anterior podemos tomar en cuenta la comparación de la situación del transporte y el problema de tránsito en algunas ciudades cuyos países atraviesan fases históricas distintas de su desarrollo económico.

Aquí, se examinará el desarrollo de la urbanización y el transporte a través de una mirada crítica, comúnmente encontrada en los estudios geográficos modernos y la sociología, pero ampliamente ignorada en la literatura moderna sobre el transporte (Héricks, T., 2019). Trayendo ambas disciplinas a través de una crítica marxista del pensamiento neoliberal tradicional, que prevalece en la toma de decisiones sobre el transporte en la actualidad, la intención es contribuir a la discusión sobre como la movilidad urbana es influenciada por las fuerzas que dan forma a las ciudades y sus sistemas de transporte (Héricks, T., 2019).

#### **4.1.1 Sao Paulo, Brasil**

Establecida como ciudad oficial en 1711, Sao Paulo fue fundada originalmente en 1554 como una misión jesuita que se convirtió en la base de operaciones de exploradores pioneros, esclavistas y gambusinos que llegaron a Brasil en el s. XVI. A principios del s. XX, gracias a sus exportaciones cafetaleras, Sao Paulo se transformó en la ciudad más rica de Brasil (UN-HABITAT, 2010).

El colapso en los precios del café de 1929 hizo que la actividad económica principal de la ciudad volviera a ser la plantación de caña de azúcar. En los 70's se diversificó hacia una economía más industrial y se convirtió en el epicentro del desarrollo industrial brasileño con el particular ascenso de su industria automotriz (UN-HABITAT, 2010).

Debido a factores como las políticas migratorias de finales de 1800's y las migraciones rurales que llegaron a Sao Paulo en la década de los 30's, que llenaron la alta demanda laboral creada por el desarrollo industrial, el desarrollo demográfico y geográfico de la ciudad siguió a su desarrollo económico (Héricks, T., 2019). En los últimos 100 años la población se ha multiplicado en aproximadamente 50 veces. Pasó de 240,000 habitantes en 1900 a 10,900,000 en 2009 (UN-HABITAT, 2010). Para 2010, la zona metropolitana de Sao Paulo contaba con una población total de

19.7 millones de habitantes, de los cuales, 10.9 millones vivían en el municipio de Sao Paulo (UN-HABITAT, 2010).

Con el llamado “Plan de avenidas” de las décadas de los 30’s y 40’s se vivió un ensanchamiento de las avenidas, creando una estructura radial, reorganizando el centro de la ciudad y sustituyendo los tranvías por los autobuses (Héricks, T., 2019).

Este crecimiento geográfico de la ciudad conmensurado y desigual, con respecto del crecimiento demográfico de la ciudad, se debió a la “Ley de los Inquilinos” la cual congeló las rentas residenciales desde 1942 hasta 1964 a los rangos de diciembre de 1941 (Seoane, 2017). Para poder ordenar la rápida migración se construyeron edificios cerca de las fábricas que estaban fuera de las áreas centrales de Sao Paulo, así comenzaron los primeros asentamientos periféricos. Pese a ello, entre 1959 y 1978 el aumento de la población y los bajos salarios hicieron crecer los barrios marginales de la ciudad y un aumento en la especulación de la tierra para vivienda (Gil, 2013).

Conforme los barrios irregulares crecían junto con los edificios subdivididos para alquiler en las zonas del centro de la ciudad<sup>6</sup>. Mientras que la población de mayor poder adquisitivo ocupaba llanuras y laderas en la periferia donde la densidad poblacional era menor, esta situación inicio el proceso de segregación espacial entre las clases sociales de la ciudad (Gil, 2013).

Para los años 50s el centro se combinó con la decadencia y la proliferación de las casas compartidas del resto de la ciudad, las casas subdivididas se volvieron la norma y la especulación de los años anteriores llevó a la construcción de edificios especialmente diseñados para ello. Las dinámicas sociales al interior de ellos y las comunidades que se formaron llevaron a algunos de ellos a ser considerados actualmente como patrimonio cultural (Gil, 2013).

Uno de los principales factores que colaboró en el desarrollo de los asentamientos irregulares de la periferia fue la implementación de fuertes regulaciones para la

---

<sup>6</sup> A estos inquilinatos y grandes casas, ubicadas en las zonas centrales, ilegalmente subdivididas para arriendo, donde las áreas de servicio y los patios son compartidos se les llama “Cortiços”.

construcción de mediados de los 50s y 60s, estas políticas especiales que aplicaban a los terrenos legales, empujó a las clases más bajas hacia la periferia donde las regulaciones eran menos estrictas y, por tanto, el valor de las tierras y los alquileres más bajo o a ocupar de forma ilegal terrenos restringidos o privados (Seoane, 2017).

Para los 90's existía un alto índice de pobreza urbana en el país. Según los datos oficiales del Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE) el 78% de todas las personas consideradas pobres vivían en centros urbanos, 46% en áreas urbanas y 32% en las seis zonas metropolitanas del país (UN-HABITAT, 2010). En Sao Paulo la pobreza creció más rápido que en cualquier otra región de Brasil, pasó de un 20% de la población en 1990 a 39% en 1999, llegando a 6.4 millones de pobres (UN-HABITAT, 2010). Así Sao Paulo se convirtió en la zona metropolitana con la mayor concentración de pobreza albergando un tercio de toda la pobreza urbana del país.

El resultado de este modelo económico y de las políticas gubernamentales aplicadas fue una ciudad exageradamente extensa, con fuertes desigualdades sociales, áreas difusas y desarticuladas de la red de infraestructura, problemas de movilidad, polución, marginalidad y delincuencia (Gil, 2013).

Desde 1930 el autobús ha sido el principal medio de transporte público en la ciudad, en 2002 el 72% de los viajes realizados en transporte público fueron en autobús (UN-HABITAT, 2010), siendo el sector privado y la especulación el principal agente en la expansión del servicio de autobuses (UN-HABITAT, 2010).

Las redes en el transporte, tanto privadas como públicas, jugaron un papel importante a la hora de facilitar el crecimiento de los asentamientos de la periferia, comúnmente irregulares (UN-HABITAT, 2010). Por ello, la urgencia de un sistema público de autobuses no surgió de este nuevo paradigma en la urbanización, sino que ayudó a su creación (UN-HABITAT, 2010). Al manejar de mejor forma que los automóviles el terreno más rudimentario de la periferia, los autobuses ofrecían la movilidad requerida por aquellos alejados del centro, donde los trabajos estaban situados (UN-HABITAT, 2010).

El transporte resalta la desigualdad cotidiana de los viajantes al trabajo, los carros eléctricos, los autos blindados y la flota más grande de helicópteros privados del mundo (El tiempo, 2002) son el medio de transporte principal para hombres y mujeres de negocios de sus oficinas a sus espaciosas casas, complejos amurallados o comunidades cerradas, separados, y protegidos, de los trabajadores y de los pobres de la ciudad que por la mañana forman largas filas para tomar el autobús que los lleva a sus trabajos en el entorno de la elite urbana (UN-HABITAT, 2010), donde se concentran el 60% de los trabajos formales de la ciudad (UN-HABITAT, 2010).

El principal problema es el tiempo que toma llegar a cualquier lugar de la periferia o desde ella (Barbosa, 2024). Típicamente los habitantes de las favelas<sup>7</sup> y cortiços, de la periferia, gastan un 43% más de tiempo que las personas con un ingreso similar que habitan en el centro de la ciudad. Esta diferencia es aún más grande cuando se compra el tiempo empleado por los pobres de la periferia y el tiempo de la clase alta del centro de la ciudad, en esa comparación los pobres ocupan un 128% más de tiempo (Barbosa, 2024).

En este sentido la desigualdad se traduce en una toma de decisiones más complicada, ya que los paulistanos deben sopesar el costo beneficio de la locación residencial, la distancia al trabajo y servicios, el modo de transporte y el costo del viaje (Barbosa, 2024). De acuerdo con el IBGE el porcentaje de los ingresos domésticos destinado al transporte para el 20% más pobre de la zona metropolitana es el doble que el promedio de la ciudad (UN-HABITAT, 2010).

---

<sup>7</sup> Aunque el tema central del artículo de Leite (2008) es la discusión sobre la definición exacta del término, en él se plantea que en general se usa para definir “...una aglomeración de viviendas de baja calidad donde los suministros y condiciones básicas de los servicios urbanos como, por ejemplo, la colecta de basura, el agua canalizada, el drenaje, la iluminación pública, el transporte público disponible, etc., pueden ser escasos o más bien inexistentes”. El término, además, lo asocia a la ocupación ilegal del suelo, aunque no en todos los casos esta condición de ilegalidad se cumple, más bien a una “sensación” social de ilegalidad, y menciona que si bien el término surge en Brasil, actualmente es usado en todas las ciudades de Latino América donde estas condiciones y otras, dependiendo el país, se cumplen. Seoane (2017) menciona que estas aglomeraciones se consideran favelas a partir de la acumulación de 51 unidades habitacionales precarias.

En Sao Paulo algunas rutas de autobús cuentan con corredores especiales (Héricks, T., 2019), que permiten traslados más ágiles, sin embargo, solo cubren 112 de los 4,300 km de vialidades cubiertas por el sistema de transporte (UN-HABITAT, 2010).

El tamaño del sistema de transporte público en su conjunto es menor a la mitad del tamaño del sistema de metro de ciudades como Berlín, Nueva York y Londres que atienden regiones metropolitanas más pequeñas (UN-HABITAT, 2010). El metro atiende solo el 5% de los viajes realizados en el área metropolitana, atendiendo 3.3 millones de pasajeros a la semana, mientras que los trenes atienden otros 2 y sus estaciones se encuentran más cercanas a las zonas donde habitan los ricos (UN-HABITAT, 2010).

En cuanto al transporte privado, en 2006 solamente el 15.6% de las familias que viven en las favelas y cortiços poseían su propio vehículo, el 1% de ellas poseían 2, en cambio, el 45% de aquellos que viven en las zonas urbanas desarrolladas poseen un vehículo privado, 6.5% poseen 2 y el 2% hasta 3 vehículos (UN-HABITAT, 2010).

El sistema de transporte brasileño favorece enormemente el transporte privado por sobre otros modos de transporte en política e infraestructura (UN-HABITAT, 2010) y sigue siendo considerado como un símbolo de estatus. Una encuesta realizada en 2008 señala que el 80% de las personas comprarían un automóvil si pudieran pagarlo (UN-HABITAT, 2010). Por ello, de 2002 a 2008 el número de motocicletas y motonetas incrementó de 300,000 a casi 700,000 en Sao Paulo (UN-HABITAT, 2010). Aunque, pese a su ventaja por sobre los automóviles los datos de 2006 mostraron que las motocicletas tampoco son una alternativa. Así, solo el 3.5% de las familias en las favelas y cortiços poseían una, mientras que el 7.4% de los que viven fuera de los cortiços o favelas poseían una o dos motocicletas (UN-HABITAT, 2010).

A pesar de que la dependencia al transporte colectivo es grande, aún con las ampliaciones de los 2000's, el metro cubre a penas 78.4 km (Héricks, T., 2019), un área muy pequeña comparada con la inmensidad de los asentamientos irregulares que caracterizan a la mayoría de la periferia urbana. En la zona metropolitana de

Sao Paulo el 23.20% de los asentamientos son considerados Favelas (IBGE, 2010 en: Seoane, 2017). Gran parte de los 10,000 autobuses con los que contaba la ciudad en 2010 conectaban con el metro, sin embargo, son lentos, pobremente conservados, desbordados y la fuente principal de contaminación aérea de la ciudad (UN-HABITAT, 2010).

Es fácil ver porque los pobres infieren que los beneficios de la ciudad no fueron hechos para incluirlos. Los supermercados, farmacias, bancos, oficinas postales, librerías, piscinas, oficinas gubernamentales y parques públicos raramente están cerca de sus vecindarios. Esto no es ninguna sorpresa porque esos vecindarios se encuentran en áreas marginales, precarias y periféricas que nunca fueron parte del plan urbano (UN-HABITAT, 2010).

Durante el primer mandato de Luiz Inácio Lula da Silva entre 2003 y 2013, Sao Paulo se convirtió en una ciudad en transición. El más reciente plan maestro de la ciudad de 2014 hace énfasis en dar prioridad al uso de diferentes modos de transporte como los peatones, las bicicletas y el transporte público (Hérick, T., 2019). Esta agenda está siendo puesta a prueba de forma gradual (Ibid.).

La adopción de políticas económicas, sociales y agrarias que son más favorables a las clases bajas ha traído consigo una disminución en el número de habitantes de las favelas en todo el país, la cual pasó entre el 2000 y el 2010 del 6.2% al 6%. Así mismo, durante los primeros años del 2000 los niveles de acceso a servicios básicos han incrementado (Seoane, 2017).

Parte de las metas establecidas a partir de los *Objetivos del milenio*, incluidos en el pacto nacional de participación social, se cumplieron entre 2010 y 2014, esto es producto de las políticas y la visión impuesta a principios de siglo y el diagnóstico claro de las necesidades a partir del cual se estableció un trabajo físico y social sostenible para la ciudad (Seoane, 2017).

### 4.1.1.1 Tiempos de viaje

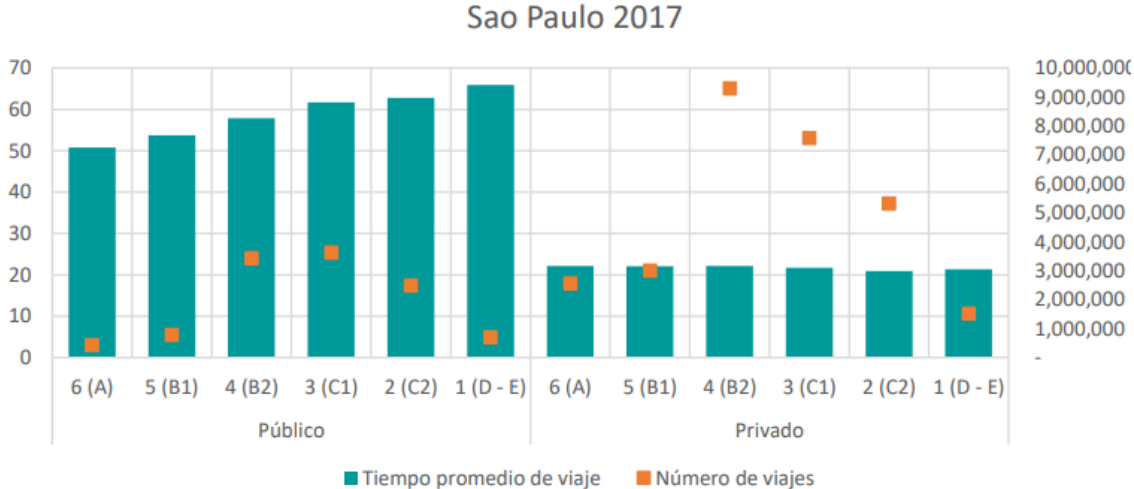


Figura. 4.1 Tiempo promedio de Viaje y Número de Viajes por estrato socio económico (CEPAL, 2022).

La figura 4.1, muestra la falta de movilidad de las clases económicas más bajas (D-E) de la ciudad, como se aprecia que el número de viajes de ella es mucho menor en comparación a las clases medias (B1- C1). Además, el tiempo que, en promedio, representan los viajes de ella es superior al resto.

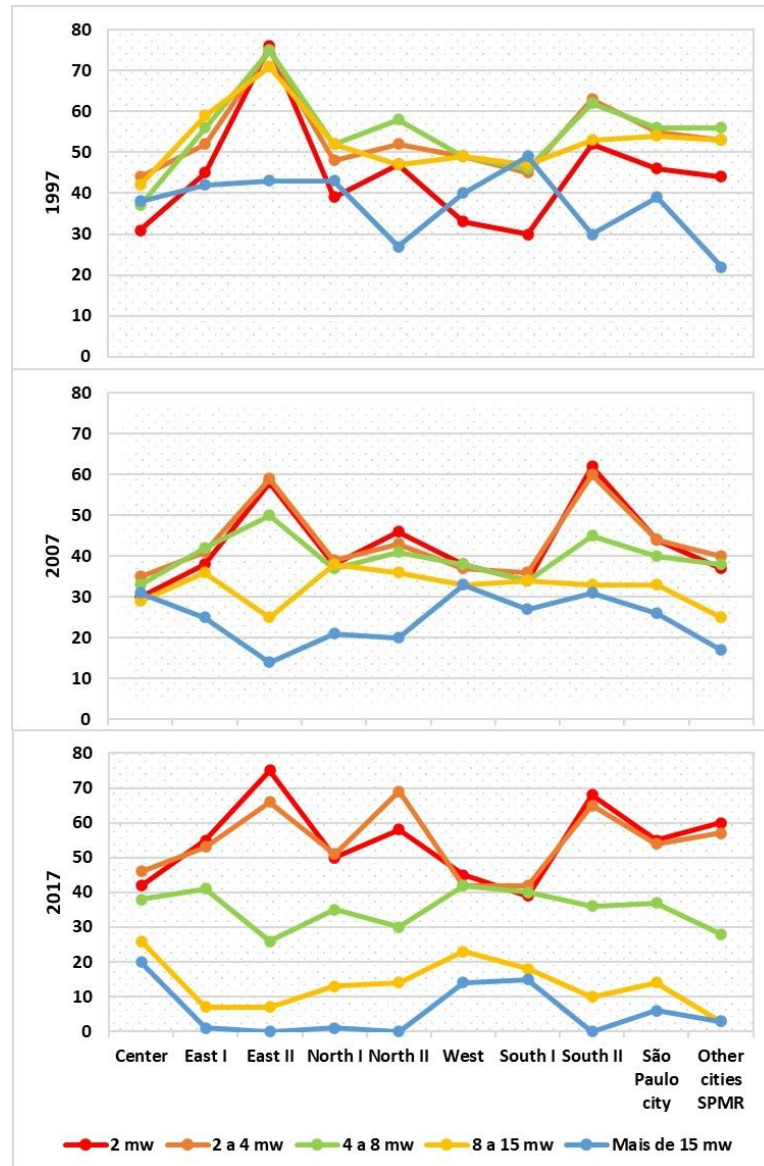


Figura. 4.2 Evolución en los tiempos de viaje por nivel de ingreso económico en Brasil (Barbosa, 2024).

En la figura 4.2 se observa que la evolución en los tiempos de viaje de las clases altas, aquellas que ganan más de 15 salarios mínimos (MW, por sus siglas en inglés) se redujo drásticamente entre 1997 y 2017, aunque en promedio el tiempo que ocupa la clase media, que gana entre 4 y 15 MW, se redujo aún existe una diferencia significativa con la clase más alta, mientras que los tiempos de viaje de las clases más bajas, aquellas que ganan menos de 4 salarios mínimos casi no han cambiado en 20 años.

#### 4.1.1.2 Género

A continuación, se representa la heterogeneidad en la experiencia del transporte entre hombres y mujeres en Sao Paulo, la figura 4.3 muestra la diferencia que existe entre el número de viajes que realiza cada uno a diferentes horas del día y la figura 4.4 los motivos por los que realizan esos viajes.

Ambas figuras resaltan la inequidad en el derecho a la ciudad entre ambos, por una parte en la figura 4.3 se observa que la experiencia, al menos en el transporte, de la ciudad durante la noche (a partir de las 23hrs y hasta las 4hrs) parece reservada solo a los hombres, en tanto que los motivos de viaje entre ambos mostrados en la figura 4.4 delinear los roles asignados para cada uno.

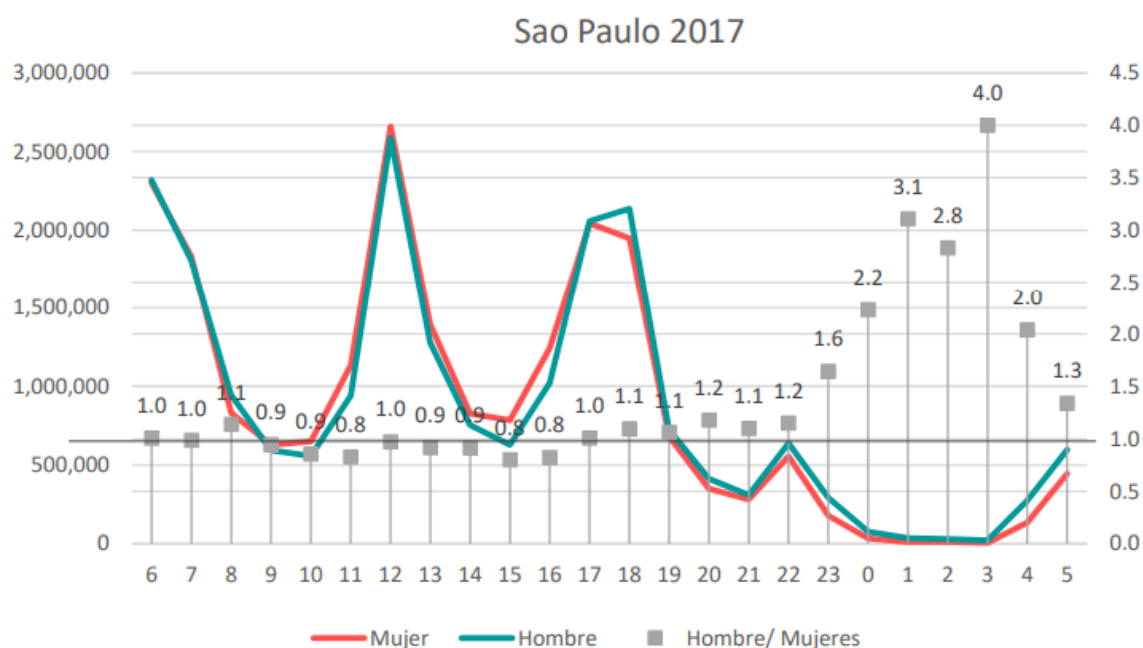


Figura. 4.3 Viajes totales según hora de inicio por sexo, Brecha entre hombre y mujeres de viajes respecto al total de viajes (CEPAL, 2022).

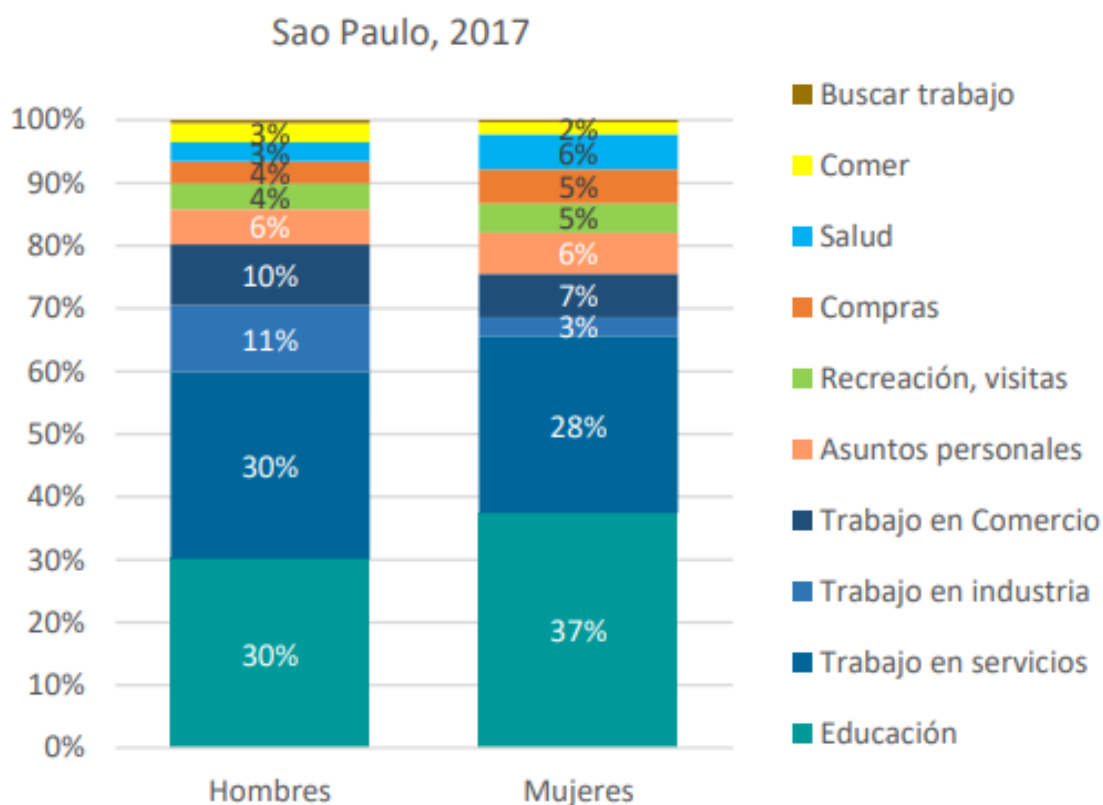


Figura. 4.4 Motivos de viaje por sexo (CEPAL, 2022).

Ambas muestran los tres aspectos principales explorados en el apartado 3.5, la Invisibilidad a través de los roles y experiencia diferenciada de la vida en la ciudad normalizados por la cotidianidad, el conflicto que se presenta en la imposibilidad de acceso al derecho a la ciudad durante ciertas horas del día y las relaciones de poder que aparecen como consecuencia de los otros dos factores.

#### 4.1.1.3 Distribución socioeconómica de la población

Mientras que el centro de la ciudad se encuentra habitada principalmente por el porcentaje de la población cuyos ingresos mensuales son mayores a \$1,140.00 USD, la periferia de la zona metropolitana y el estado se compone por aquellas personas cuyos ingresos son menores a \$589.9 USD, como se muestra en la figura 4.5.

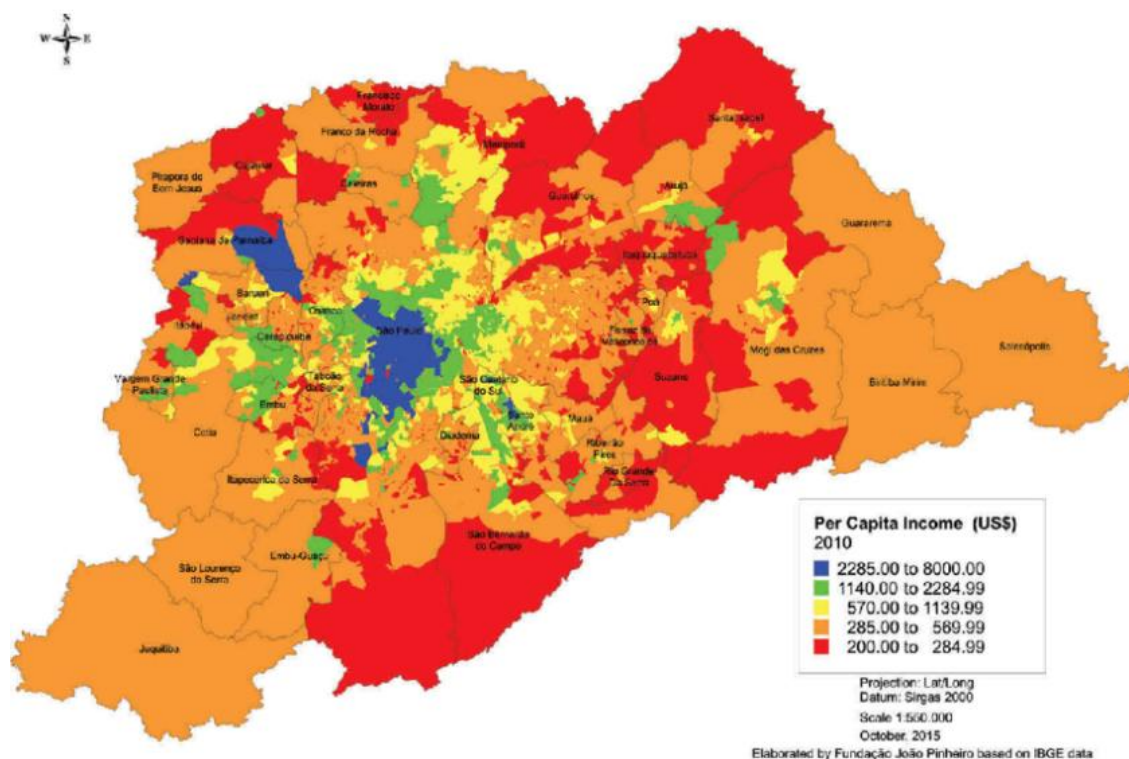


Figura 4.5 Ingreso Mensual per cápita por área en la Zona Metropolitana de Sao Paulo (IBGE, 2012).

Lo anterior, como consecuencia de la segregación espacial que se dio en su desarrollo sobre la cual la literatura histórica y especializada en el transporte se ha dedicado a hablar<sup>8</sup>.

<sup>8</sup> Héríck, T. (2019), Seoanne (2017), Gil (2013) y UN-HABITAT, lo remarcán claramente en sus estudios.

Así, como se muestra en la figura 4.6, la localización de la vivienda también es un factor determinante en el acceso a los servicios que ofrece la ciudad, lo que se traduce en la falta de acceso al derecho a la ciudad de las personas que habitan los cortiços y favelas de Sao Paulo, esta diferencia es particularmente amplia en el acceso a hospitales, oficinas policiales y postales, bancos y espacios recreativos.

| Servicios o instalaciones en el lugar de residencia<br>(o a una distancia razonablemente cerca para<br>caminar a ellas) | Porcentaje ponderado de cercanía<br>a aquellos encuestados que viven<br>en las favelas y cortiços | Porcentaje ponderado de cercanía<br>a aquellos encuestados que viven<br>fuera de las favelas y cortiços |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Guardería</b>                                                                                                        | 85.2                                                                                              | 76.6                                                                                                    |
| <b>Escuela primaria</b>                                                                                                 | 91.9                                                                                              | 94.3                                                                                                    |
| <b>Secundarias</b>                                                                                                      | 86.9                                                                                              | 89.4                                                                                                    |
| <b>Hospital</b>                                                                                                         | 47.3                                                                                              | 65.4                                                                                                    |
| <b>Clínica</b>                                                                                                          | 85.3                                                                                              | 83.8                                                                                                    |
| <b>Módulos de seguridad</b>                                                                                             | 51.7                                                                                              | 64.5                                                                                                    |
| <b>Oficinas postales</b>                                                                                                | 44.4                                                                                              | 61.9                                                                                                    |
| <b>Bancos</b>                                                                                                           | 39.3                                                                                              | 59.4                                                                                                    |
| <b>Supermercados o centros comerciales</b>                                                                              | 79.9                                                                                              | 84.3                                                                                                    |
| <b>Tiendas de conveniencia o recauderías de todo tipo</b>                                                               | 95.1                                                                                              | 95.3                                                                                                    |
| <b>Centros deportivos, cines, teatros y/o centros<br/>culturales</b>                                                    | 28.1                                                                                              | 39.4                                                                                                    |
| <b>Parques públicos y jardines</b>                                                                                      | 50                                                                                                | 60.5                                                                                                    |
| <b>Teléfono Público</b>                                                                                                 | 95.6                                                                                              | 98.1                                                                                                    |

Tabla 4.6 Comparación en la proximidad a servicios y facilidades entre habitantes de Cortiços y Favelas y habitantes fuera de ellas (Traducción con datos de UN-HABITAT, 2010).

#### 4.1.1.4 Distribución en la infraestructura de transporte

A partir del apartado anterior, también es posible revisar el acceso que tienen las personas al transporte, la movilidad, en Sao Paulo determina también el acceso a más y mejores empleos (Barbosa, 2024), por ello no es extraño que la población con mayor acceso a ella se concentre también alrededor de los lugares que cuentan con más y mejor infraestructura.

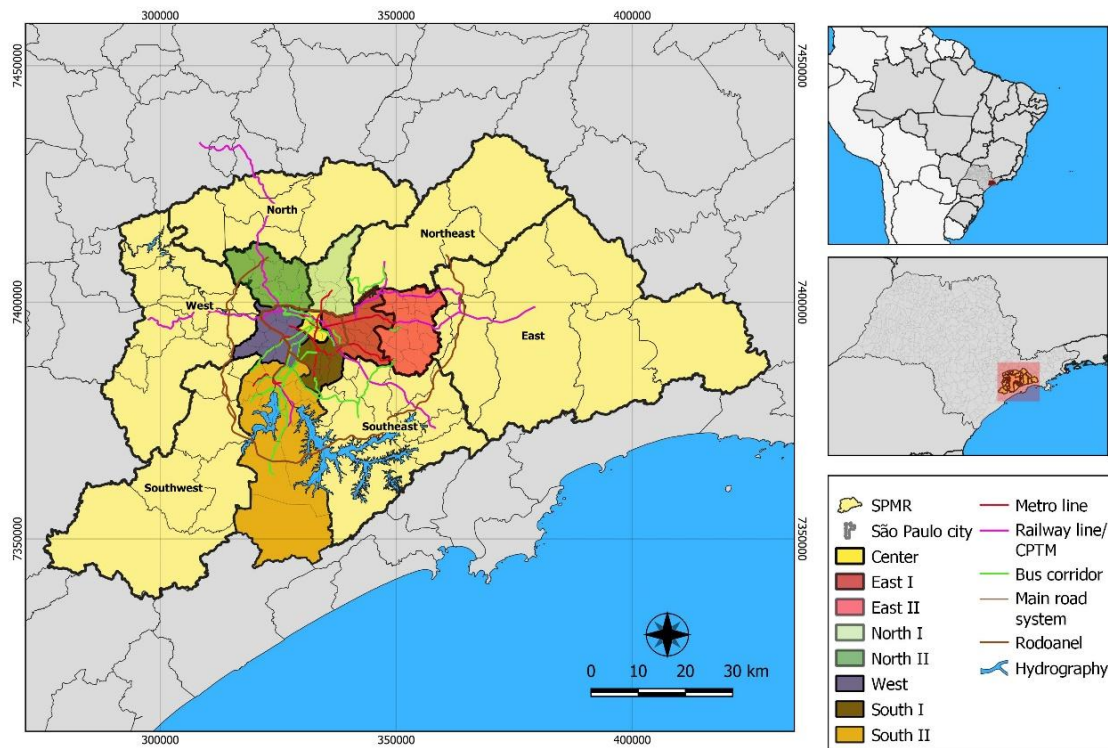


Figura 4.7 Distribución del sistema de transporte en Sao Paulo (Barbosa, 2024).

#### 4.1.1.5 Volúmenes de tránsito

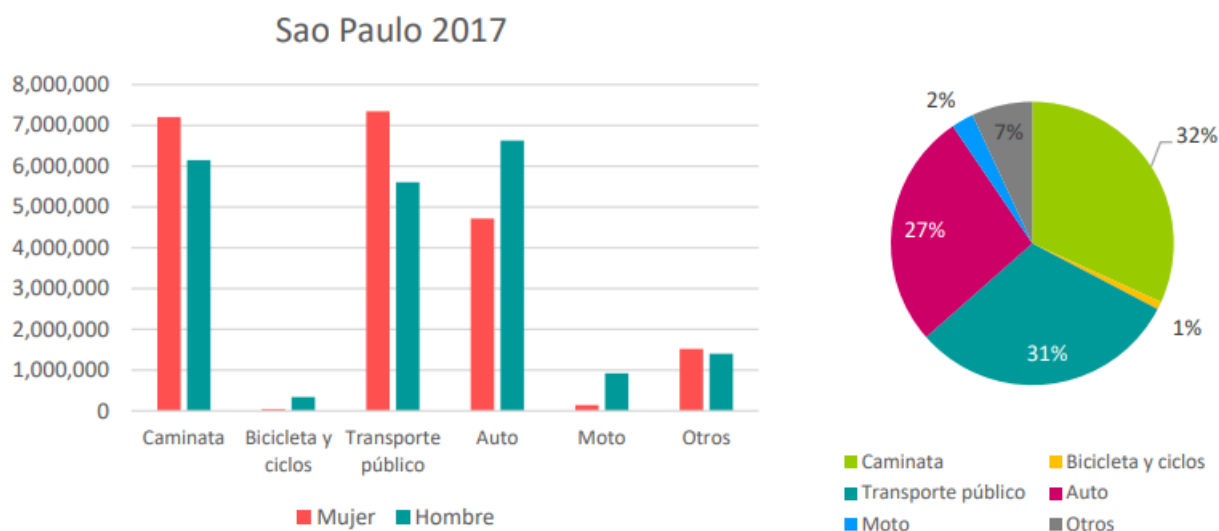


Figura. 4.8 Cantidad de Viajes por Modo y Género (CEPAL, 2022).

La figura 4.8, muestra el modo de transporte preferido por los habitantes de la ciudad, de acuerdo con la CEPAL (2022), en ella se aprecia que los principales medios de transporte continúan siendo la camita y el transporte público, los cuales representan más del 62% de los viajes totales realizados.

También es importante resaltar que, así como existe una diferencia en el acceso a estos modos de transporte dependiendo del estrato económico al que pertenezcan sus habitantes, expuesto con anterioridad, también existe una relación diferente en la selección del modo de transporte de acuerdo con el género al que se pertenezca conforme a la figura 4.9.

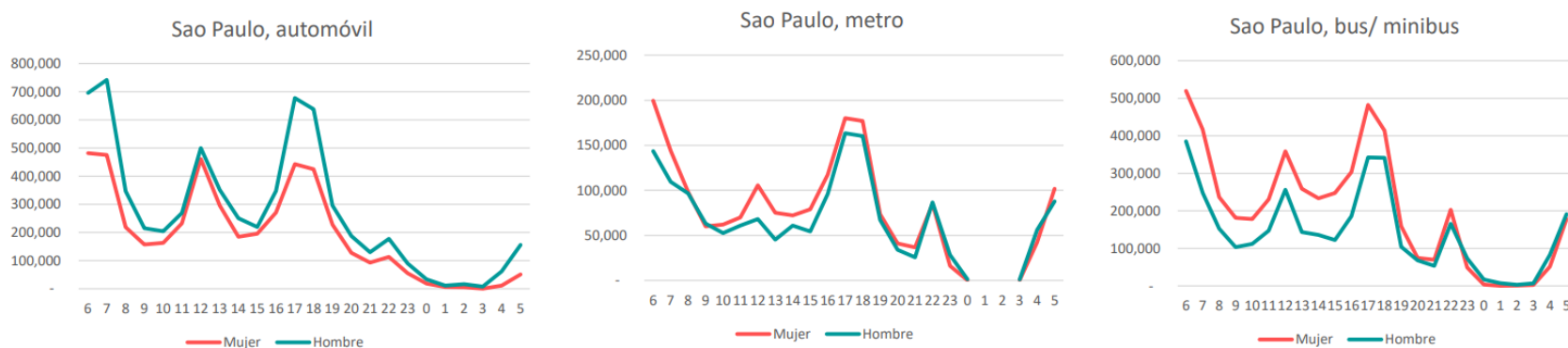


Figura. 4.9 Viajes por modo y género según horas de inicio del viaje (CEPAL, 2022).

#### 4.1.1.6 Accidentabilidad y mortalidad

Otros indicadores del transporte que se realiza en Sao Paulo que se consideraron para este estudio es el número de accidentes al año presentados (Figura 4.10) y la mortalidad de los mismos (Figura 4.11).

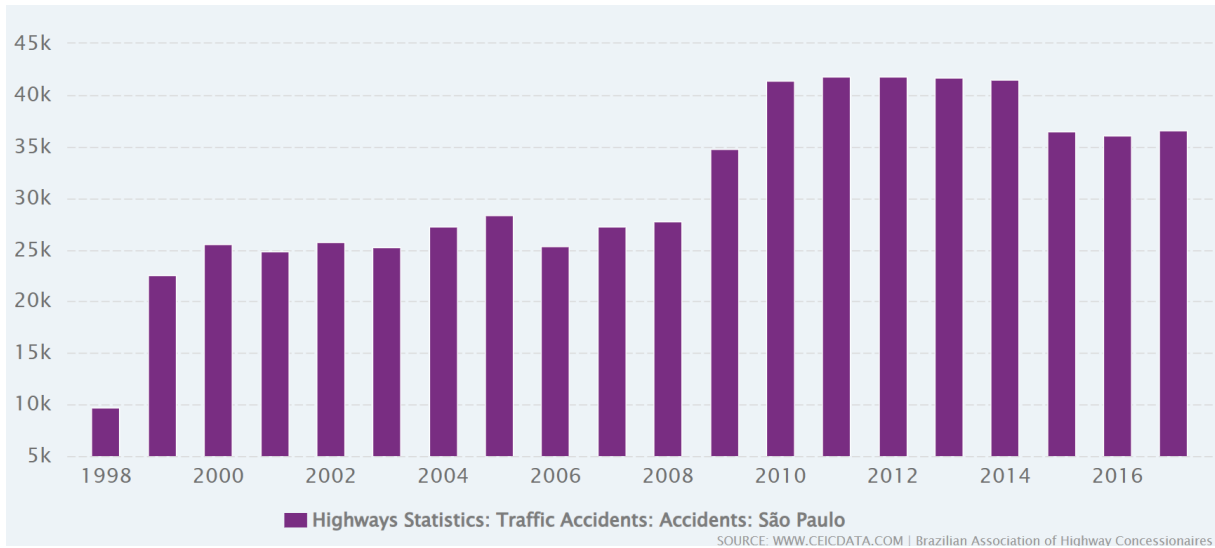


Figura. 4.10 Accidentes de tráfico en Sao Paulo de 1998 a 2017 (CEIDATA, 2025).

#### São Paulo annual traffic deaths Municipal roadways

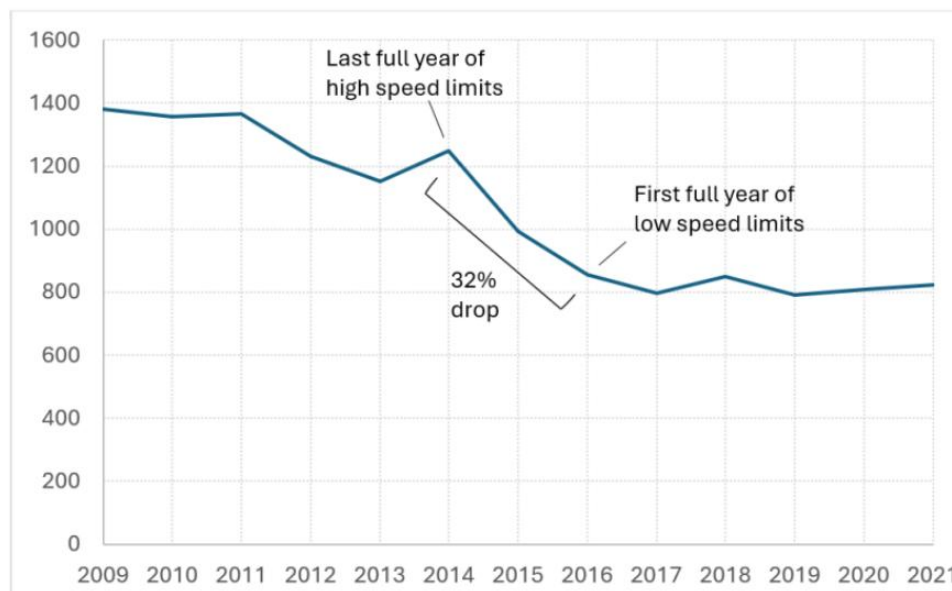


Figura. 4.11 Muertes por accidentes de tráfico en Sao Paulo (Graham, 2024).

#### 4.1.1.7 Emisiones de gases de efecto invernadero

Finalmente se muestra la evolución en las emisiones de CO<sub>2</sub> de la ciudad en donde se muestra el incremento de las mismas, de forma consecuente con el incremento en la flota vehicular expuesto por el reporte UN-HABITAT (2010).

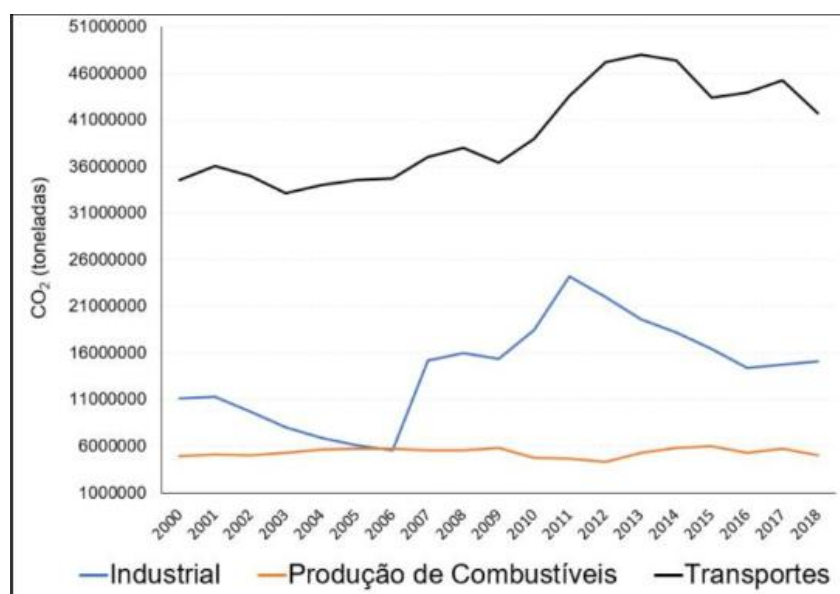


Figura. 4.11 Serie histórica (2000-2018) de las principales fuentes de emisiones en el estado de Sao Paulo producción de combustibles, transporte e industrial (Leite V. (2020)

#### 4.1.2 Tokio, Japón

La Sinoesfera, como se le conoce a la región habitada por los números grupos étnicos que usaron tanto la escritura como la lectura china para entender su entorno, adquirió, para la construcción de sus ciudades, la disposición y conformación que los estados centrales (*Zhungguo*<sup>9</sup>) usaban. Usualmente, estas adquirirían una formación reticular, rodeada de una gran muralla, con el palacio del gobernante en el lado norte, mirando hacía el sur, una disposición simétrica de templos o edificios principales a ambos lados y una calle central con dos puertas, la entrada a la ciudad y la entrada al palacio (Screech, 2020).

Esta disposición, se trasladó a los primeros intentos de construir una ciudad capital en la Isla de Japón. Así, Heijo-Kyo (711-784) y Nagaoka-Kyo (784-794) siguieron

<sup>9</sup> Actualmente China.

esta misma disposición. La simetría de estas ciudades concuerda con la Geomancia desarrollada en Japón, el onmyo-do<sup>10</sup> (mal comparada con el fengshui) (Screech, 2020), importante para entender la conformación de Edo<sup>11</sup>.

Heian-Kyo (794-1867), la tercera capital y más importante ciudad del Japón feudal, fue también la primera capital en ser reconocida de forma internacional, fue el lugar de residencia del emperador (*Dairi*) (Screech, 2020). Con el paso del tiempo se le conoció simplemente como *Kyo* (capital) y se la añadió el sufijo *to*, que significa metrópolis, dando origen a su nombre Kyoto.

La disposición reticular, simétrica y con el palacio al norte hizo a Heian-Kyo vulnerable militarmente<sup>12</sup>, por lo que fue reconstruida varias veces, alterando su disposición Geomancica hasta que Hideyoshi retomó el control de la ciudad alrededor de 1580, poniendo fin a las guerras internas del país y reconstruyendo la ciudad a su forma reticular (Screech, 2020).

Durante mediados del s.XVI la ciudad de Edo fue utilizada como base militar de Hideyoshi, nombrado regente de Japón al final de la última guerra civil. Su puesto como general pasó a manos de Ieyasu, a quien encomendó la ciudad tras la expulsión de los clanes desleales a Hideyoshi. Ieyasu comenzó el tercer Shogunato y fundó el clan Tokugawa nombrando a Edo como ciudad de residencia (Screech, 2020).

Debido a que Edo era la residencia del Shogun, pero no la capital, Ieyasu no tuvo que seguir completamente la disposición reticular de la capital, en su lugar, convirtió

---

<sup>10</sup> El onmyo-do (Geomancia japonesa) de las ciudades consistía en considerarla como el “Gran Pájaro Rojo” con la cabeza en la punta y una línea media que dividía el cuerpo en hemisferio derecho e izquierdo, atribuyéndole los mismos atributos (Ambos hemisferios desde el punto de vista del gobernante). La simetría del cuerpo debía concordar entonces con la simetría de la ciudad por eso a cada templo, edificio o espacio del lado izquierdo le corresponde uno del lado derecho. Debido a que el corazón se encuentra del lado izquierdo y solo hay uno, las edificaciones del hemisferio izquierdo poseían una mayor relevancia. Bajo esta visión cada punto cardinal también representa un color y un animal diferente (S, pájaro Rojo, N, tortuga negra, E, dragón azul y O, tigre blanco, al centro solo le corresponde el amarillo).

<sup>11</sup> Nombre con el que se conocía a Tokio durante el tercer Shogunato de Japón, aunque es más justo decir que se trata de una ciudad distinta que habitó el mismo espacio que Tokio.

<sup>12</sup> Las ciudades japonesas carecían de las murallas que los estados centrales construían en sus ciudades debido al miedo a que los temblores de la zona ocasionaran un daño mayor en caso de un derrumbe de las mismas.

a Edo en una ciudad militar, con el palacio o castillo al centro y alrededor suyo una serie de zonas dispuestas bajo la filosofía del onmyo-do pero no con la misma disposición reticular de las capitales.

Ieyasu dispuso las calles de Edo de forma que la ciudad pudiera ser defendida, descartando la distribución reticular, la simetría no se cumplía al 100% para evitar la localización de los edificios importantes, y solo se permitió la construcción de una sola avenida principal que atravesaba la ciudad de norte a sur, la cual no tenía nombre. Para mantener la tradición de tener a la cabeza en el norte de la ciudad, aunque el castillo se encontraba al centro, todo el norte de la ciudad se destinó al Clan Tokugawa, su séquito y funcionarios. Adicionalmente las familias de los Daimyos (Señores feudales) fueron obligados a mantener su residencia dentro de Edo<sup>13</sup>, como forma de consolidar el poder, pero también para evitar invasiones o rebeliones contra el Shogun. Los Daimyos leales (Fudai) fueron acomodados al noreste y aquellos Daimyos cuya lealtad se cuestionaba (Tozama) se acomodaron del lado suroeste de la ciudad. Así, de forma simbólica el flujo del Ki (mal traducido como energía) fluía a través del río Ogawa<sup>14</sup> de norte a sur, bañando el Ki del castillo con el “buen Ki” del clan y los Fudai, enviando, por contraste fuera de la ciudad el “mal Ki” de los Tosama. Por consecuencia, las zonas destinadas a los pobladores fueron el sur y sur-este de la ciudad<sup>15</sup> (Screech, 2020).

La conformación de Edo, las leyes subsecuentes establecidas por el clan Tokugawa a los Daimyos y la importancia de la ciudad, la convirtieron en una verdadera ciudad cosmopolita, hecho que influyó en la decisión del Dairi de mudarse a Edo, al retomar el poder en 1867 cuando el último Shogun, Tokugawa Yoshinobu, abandonó la ciudad para habitar el Castillo Nijo, construido por Hideyoshi más de 200 años antes

---

<sup>13</sup> Con el paso del tiempo el Shogunato comenzó a utilizar el Kanji de *to* (metrópolis o muy rebuscadamente capital) en lugar del kanji *do* en Edo (que podía pronunciarse como ‘Eto’) aprovechando el doble significado. Formalmente podía significar ‘puerta a la bahía’ (Edo) aunque de forma más simbólica y como forma de reafirmar su status se le identificaba como la ‘capital del este’ (Eto).

<sup>14</sup> Actualmente río Sumida

<sup>15</sup> Según Screech, 2020 la población general de Edo constituía solo entre el 20 y 25% de la población mientras que los Daimyos, el Clan Tokugawa y sus sirvientes representaban entre el 75 y 80%.

en Heian-Kyo (Kyoto), razón por la cual los Daimyos y el séquito del Shogun abandonaron también la ciudad. Este hecho y la ascensión de Mitsuhiro al poder como emperador marcó el inicio de la restauración Meiji<sup>16</sup> y el fin de los Shogunatos en Japón. La restauración Meiji, surgió junto con la preocupación de la élite japonesa por una posible colonización o anexión de Japón a las potencias imperiales del s.XIX, por lo que la modernización fue rápida, esto incluyó la reorganización de Edo, la cual abandonó su nombre retórico y comenzó a ser llamada formalmente como la capital del este “To-Kyo” (Screech, 2020).

La urgencia de los reformistas japoneses por modernizar Japón llevó a la ahora conocida como Tokio a cambiar su arquitectura y su modernización comenzó de forma acelerada.

La red de transporte de Tokio comenzó a construirse en esta época, en los últimos 20 años del siglo XIX, con la restauración Meiji y el primer acuerdo comercial del país. Durante esa época una de las prioridades del país era la conformación de un sistema de ferrocarril que lograra conectarlo.

Durante 30 años el crecimiento del tendido en las líneas de ferrocarril coincidió con el crecimiento industrial. Para 1906 Japón contaba con 7,626 km de vías de ferrocarril comparados con los 29 km que medía la primera línea que unió a Tokio con la bahía de Yokohama en 1872 (Julià, 2006).

En ese tiempo, los principales modos de transporte en Tokyo eran los “Jinrikisha’s”<sup>17</sup>, que se alquilaban en las calles de forma general y los trolebuses tirados por caballos. Esta forma de transporte colectivo o público marcó también una diferencia entre la era Edo, donde los Jinrikisha’s se utilizaban de forma privada, y la restauración Meiji (Screech, 2020).

---

<sup>16</sup> La retoma del poder político del emperador en Japón, el cual sostenía un rol simbólico durante los Shogunatos.

<sup>17</sup> Vehículos tirados por personas.

La población creció al mismo ritmo que la industria y el ferrocarril para 1920 Tokio ya contaba con una población de 4.1 millones de habitantes (Julià, 2006). Esta población se concentraba en lo que actualmente se conoce como el centro de la ciudad, dando como resultado una conformación urbana densa, con calles estrechas. Debido a esto las líneas de ferrocarril provenientes del oeste y sur de Japón, que buscaban conectarse con la bahía, construyeron su tendido de manera que no tuvieran que transitar por las congestionadas y estrechas calles de Tokio (Morokawa, 1992).

Esa forma de construir las líneas fue lo que conformó, de forma orgánica, la actual línea de Yamanote, que rodea el centro de la ciudad de Tokio (Morokawa, 1992).

El intenso crecimiento poblacional de la ciudad volvió evidente la necesidad de crear un transporte que interconectara la zona urbana central. Sin embargo, las calles estrechas de esa zona de la ciudad impedían la construcción de un sistema de transporte a nivel, por lo cual se decidió construir un tren subterráneo que fuese capaz de dar servicio a la inmensa población de la zona central y los suburbios (Morokawa, 1992).

Durante estos primeros años del siglo XX Tokyo renovó la arquitectura de la vieja ciudad de Edo, ya sea construyendo nuevas calles o renovando nuevas.

Ginza y Chuo-ku son ejemplos de esta renovación, la primera construida como un nuevo distrito de compras, cuyo nombre significa monopolio de plata, con luces de gas incandescente para crear una verdadera zona brillante; mientras que Chuo-ku o mejor dicho Nihonbashi, permaneció como el centro de la ciudad con nuevos edificios y un nuevo puente (Screench, 2020).

El primer tren subterráneo del país se comenzó a construir en 1925 y comenzó operaciones el 30 de diciembre de 1927. Poco a poco se le añadieron más tramos hasta que se completó lo que hoy es la línea de Ginza (Morokawa, 1992).

La ciudad, tal y como es hoy en día, es casi completamente resultado del proceso de desarrollo del siglo XX y XXI. Esto, debido al gran terremoto de Kanto de 1923 y

los bombardeos de la segunda guerra mundial que, eliminaron casi por completo la vieja ciudad de Edo y las construcciones de la restauración Meiji (Screech, 2020).

Por ello, la construcción y puesta en marcha de la primera sección de la línea construida en el Japón de la postguerra, llamada Maronouchi, entre los años de 1949 y 1954 significó mucho para el deseo de reconstrucción del país tras la guerra. La línea prácticamente se acabó de construir en la década de los 60's (Morokawa, 1992).

La construcción de 7 de las 13 líneas actuales de la red de tren subterráneo de Tokio estaba prácticamente terminada para década de los 80's. Varias extensiones de ellas continuaron construyéndose durante el resto de la década (Morokawa, 1992).

En Japón desde que se nacionalizaron 17 de las 37 compañías privadas que operaban en el país, durante la guerra ruso-japonesa, la construcción de las líneas de ferrocarril estuvo a cargo del estado. Para 1937 la empresa estatal Imperial Railway, creada tras la nacionalización, poseía 17,943km de vías férreas. La victoria estadounidense sobre Japón en la Segunda Guerra Mundial llevó a su transformación en la Japan National Railway (JNR) (Julià. 2006).

Para el transporte de Tokio, ocurrió algo similar, aunque la construcción de la primera línea de metro en Tokio corrió a cargo de la compañía privada "Ferrocarril Subterráneo Keiben de Tokio", su administración y control se dejó a cargo de la "Tokyo To Kotsu Kyoku" (TOEI) ó "Buró de Transporte Metropolitano de Tokio" que operaba las líneas de tranvía en Tokio desde que estas eran tiradas por caballos en 1880 (Morokawa, 1992).

La presentación de diversos planes para la construcción de más líneas de metro creó la necesidad de un control central, para ello se creó la "Teito Rapid Transit Authority" (TRTA) ó "Autoridad de Transporte de Alta Velocidad de la Capital Imperial" comúnmente conocida en japonés como EIDAN (Morokawa, 1992).

Es difícil, incluso para los japoneses, diferenciar a las dos organizaciones, debido a la forma a la que se refiere a ambas bajo diferentes contextos, TOEI se refiere a si

misma como To Ei Kotsu, sin embargo, en una conversación cotidiana se usa TOEI; en cambio, TRTA se conoce comúnmente como EIDAN. La confusión proviene del kanji usado en las señalizaciones y el que se usaba en los boletos “Ei”, usado tanto en TOEI como en EIDAN (Morokawa, 1992).

Pese a ello, es fácil identificar la diferencia entre ambas organizaciones dentro de la operación del sistema de metro de Tokio. EIDAN se constituyó específicamente para consolidar y expandir la red de transporte de metro de Tokio en 1941 y opera 9 de las 13 líneas (Morokawa, 1992). En cambio, TOEI, más antigua, se constituyó en 1880 para operar y consolidar el sistema de transporte de Tokio, por ello, a pesar de que solo opera 4 de las 13 líneas de metro, opera el sistema de autobuses, una central hidroeléctrica, la última línea de tranvía en Tokio (la línea de Arakawa) (Morokawa, 1992) y hasta diciembre de 2023 el monorriel de Ueno (Basel, 2023).

Al analizar el metro de Tokio es importante analizar también la red ferroviaria que se construyó alrededor de ella y que continua en expansión constante, porque el crecimiento demográfico de la ciudad continuó expandiéndose, superando la línea Yamanote que rodeaba originalmente a la ciudad.

El nombramiento de Tokio como sede de los juegos olímpicos de 1964, aceleró la expansión de la infraestructura de transporte de la ciudad, resaltando la habilitación de la Autopista Metropolitana, el tren de alta velocidad de Osaka a Japón, Tokaido Shinkansen y la construcción del monorriel de Tokio (Oropeza, et al., 2024).

El Shinkansen o tren bala y la campaña de difusión hecha en torno a él para los juegos de 1964, representaba el reingreso de Japón al panorama internacional tras la segunda guerra mundial, una planificación que inició desde 1957 y culminó en su inauguración el 1 de octubre de 1964. En cambio, el monorriel de Tokio, inaugurado el 17 de septiembre de 1964 por la empresa Tokyo Monoriel Company<sup>18</sup>, tuvo siempre un objetivo más pragmático, conectar el aeropuerto de Haneda con uno de los espacios más relevantes de la ciudad (Oropeza, et al., 2024) la estación de Hamamatsucho en Minato, un recorrido de 13 km.

---

<sup>18</sup> Fundada como la Yamato Kanko Company (1959-1960), Japan Elevated Railway Company (1960-1964)

Por otro lado, la construcción de la villa olímpica en Yoyoygi, Shibuya, trajo consigo la reconfiguración espacial del distrito para facilitar la conectividad de la villa con los centros de entrenamiento (Oropeza, et al., 2024).

En 1960 la ciudad contaba con 10 millones de habitantes, que se convirtieron en 12 millones en 2006 (Julià, 2006) hasta llegar a los 14 millones de habitantes en la actualidad (RCN, 2020). Sin embargo, tal y como lo describe Julià (2006) la población podía llegar a 14 millones durante el día en 2006, debido a los movimientos que efectúan los habitantes de los suburbios todos los días. Actualmente la población máxima puede llegar a ser de 40 millones, según los resultados del censo nacional 2020 (RCN, 2020) concentrándose mayormente en tres distritos de la zona central (Chiyoda-ku, Chou-ku y Minato-Ku) donde la población residencial en 2006 llegaba, a penas, a los 240 mil habitantes (Julià, 2006).

Este crecimiento poblacional según Morokawa (1992) fue previsto por las autoridades de EIDAN quienes consideraron que el incremento poblacional de la ciudad potencialmente podría colapsar la línea Yamanote, que no es propiamente parte del sistema de metro de Tokio, sin embargo, en ella terminaban la mayoría de las líneas de ferrocarril que provenían de los suburbios antes de 1925.

Por esta razón, los trenes de las líneas del sistema de metro no solo pueden, deben (Morokawa, 1992), continuar su recorrido unas estaciones más allá de donde termina propiamente la línea a la que pertenecen, es decir, los trenes del metro y los ferrocarriles comparten vías en determinados tramos. Y es por ello también que el ancho de vía de cada línea del sistema de metro de Tokio es diferente, porque no están diseñadas para coincidir entre ellas, si no entre los ferrocarriles cuyas vías comparten y fueron construidas por diferentes compañías antes de su nacionalización.

La línea Yamanote, como las otras líneas de ferrocarriles suburbanos son propiedad de empresas que cotizan en la bolsa y que surgieron a partir de la desintegración de la JNR en empresas regionales más pequeñas, esto debido al déficit en las líneas férreas, que presenta este tipo de transporte y del cual Japón se había librado hasta

1964<sup>19</sup>. La JR-East es la empresa encargada de esta línea que hace una función similar a la línea circular del metro de Londres (Julià, 2006).

La unificación de las líneas de ferrocarril de las 8 compañías privadas que operan los ferrocarriles suburbanos alrededor de Tokio, la JR-East que opera la línea Yamanote y la línea Chuo (que es la única que atraviesa el centro de la ciudad) y el sistema de metro de Tokio operado por TOEI y EIDAN forman uno de los cinco sistemas de transporte urbano más grandes del mundo y el que transporta a la mayor cantidad de viajeros anualmente. Hasta 2006 movía a 10,000 millones, comparado con los 3,000 millones de Moscú y menos de mil millones de París, ambos en el mismo año (Julià, 2006).

Esto es debido a que entre 1960 y 1984 el área circundante de Tokio experimentó un aumento sostenido de áreas de desarrollo habitacionales y culturales, promovido exclusivamente por los propietarios de las redes de transporte férreo, que frente al

---

<sup>19</sup> El proceso de privatización de la JNR merece en sí mismo un tema de estudio económico ya que presenta semejanzas con otros procesos o intentos de privatización como la industria energética mexicana o la azucarera. La apropiación no solo de los tres sistemas más rentables por sí mismos (la JR-East, la JR- central y la JR- West, que no necesitaron la diversificación de sus operaciones para constituirse como rentables) si no los únicos (Kurimoto, 2015) por la industria privada estadounidense y japonesa, así como la conservación estatal de los sistemas de viajeros menos rentables (JR- Hokaido, JR- Shikoku y JR- Kyushu) que conectan a las islas menos pobladas (las islas menores de Japón, según Julià 2006, 93 pp.) y más empobrecidas del país (Kurimoto, 2015), representan un ejemplo de la tesis marxista acerca de cómo los regímenes capitalistas privatizan las ganancias y socializan las pérdidas. La conformación de la JR- Freight como la única empresa transportista de mercancías mediante este sistema y que, sin embargo, carece de su propia infraestructura y por tanto opera de forma deficitaria, pero bajo propiedad estatal completa de sus acciones, junto con la nacionalización del sistema férreo de transporte de viajeros europeo, deficitario desde 1920 (Julià, 2006) refuerzan esta tesis, ya que representa la privatización del único sistema férreo de viajeros rentable en el mundo, pese a la nacionalización o cese de operaciones de otros sistemas similares (Julià, 2006). El factor común enunciado por Morokawa, Julià y Kurimoto es la construcción del Shinkansen en 1964, sin embargo, fue la primera vez en 50 años que la empresa estatal JNR operó con pérdidas, además, la privatización de las compañías no contempló la adquisición de la deuda contraída por la estatal JNR para la construcción del Shinkansen, cuya infraestructura sí pasó a manos privadas (Julià, 2006).

déficit que resultaba de la operación exclusiva de los trenes decidieron invertir en conjuntos urbanos que, según Julià (2006) posibilitaron la atención de un mayor número de viajeros.

Julià (2006) destaca el desarrollo de los 22 km de la línea de Shibuya a Sakuragicho (Yokohama) donde la Tokyu Corporation (Tokyu) promovió la instalación de equipamiento público, como hospitales y oficinas gubernamentales. Con esto lograron transportar, en 2006, a 800,000 viajeros diarios.

Estos desarrollos siguieron la tendencia de Hankyu (empresa que en ese entonces se denominaba Hanshin) en Osaka en 1910 con la inauguración de centros urbanos alrededor de la línea Takarazuka y la establecida por el anterior presidente de la Tokyu (entonces Meguro Kamata Electric Railway), Keita Goto en 1934 (Julià, 2006).

El estudio de esta tendencia es importante porque representa la diversificación en las operaciones de las compañías dedicadas al transporte férreo de viajeros en Japón que han conseguido superar la tendencia mundial de déficit en la operación de estos sistemas.

El modelo de diversificación y los volúmenes de viajeros a los que dan servicio las empresas, han sido los posibilitadores de que el sistema ferroviario japonés sea considerado como el único sistema ferroviario de viajeros rentable en el mundo, a partir de 1920 (sin incluir a China de la que no se obtuvieron datos en esta investigación), mientras que el sistema europeo opera de forma deficitaria desde 1920, lo que lo llevó a su nacionalización, y la mayor parte de las empresas de Estados Unidos dejaron de prestar estos servicios en ese mismo año debido a las pérdidas económicas que representaban la operación del transporte ferroviario de viajeros (Julià, 2006).

El más importante ejemplo de esto es la privatización de la JR Kyushu que se dio en 2016 (Cooper y Matsuda, 2016) tras la consumación del objetivo de la compañía de diversificar sus operaciones en actividades no ferroviarias, las cuales

representan el 60% de sus operaciones y su única fuente de ganancias, pues sus operaciones ferroviarias nunca le han registrado ganancias (Kurimoto, 2015).

Por último, en 1995 se inauguró el primer transporte completamente automatizado del país. El Yurikamome conecta la isla artificial de Odaiba, un importante centro comercial y de esparcimiento de la ciudad, con el resto de Tokio. La línea transporta 160,000 pasajeros al día, siendo también un importante atractivo turístico, desde 2006 conecta también al mercado de Toyosu (Japan Experience, 2024) el más importante mercado de pescado de Tokio y el más grande del mundo.

#### 4.1.2.1 Tiempos de viaje

La figura 4.12 muestra las zonas en la Ciudad de Tokio donde se facilita el traslado de sus habitantes hacía el centro financiero de la ciudad (Otemachi), lo más notorio es la concentración de los habitantes que hacen menos de 60 minutos de viaje, la cual se localiza principalmente en donde la infraestructura de transporte es más accesible.

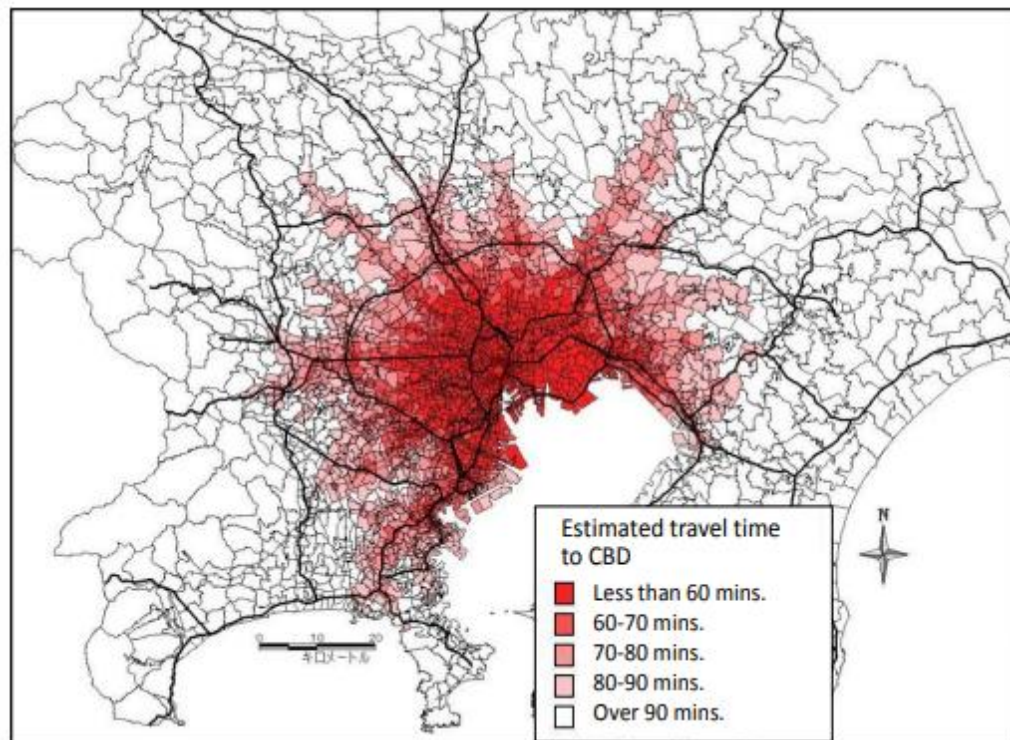


Figura. 4.12 Tiempos de traslado al distrito de negocios más importante de Tokio (Otemachi) (Kato, 2014).

#### 4.1.2.2 Género

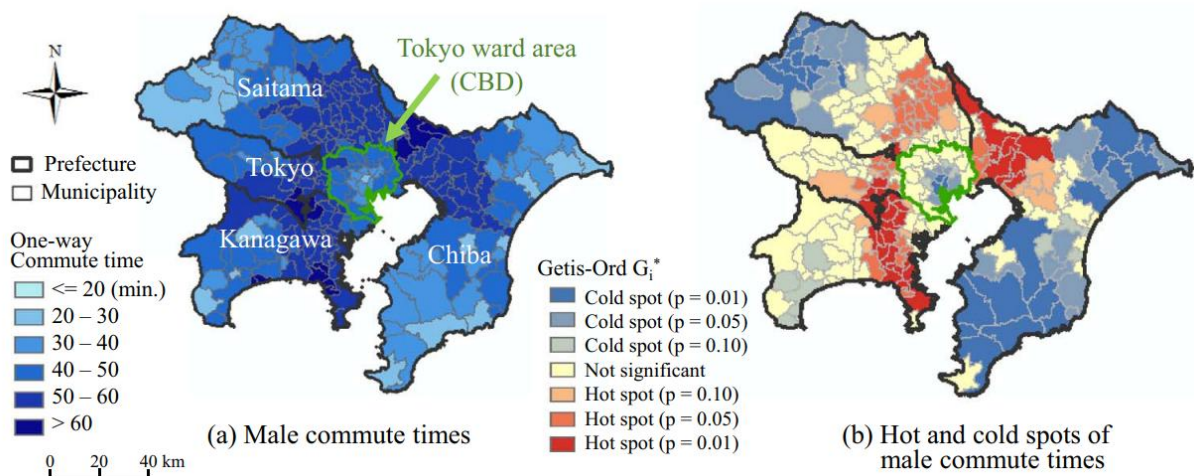


Figura. 4.13 Tiempos de viaje y lugares más y menos frecuentados por los Hombres en Tokio (Kawabata y Abe, 2018).

Las figuras 4.13 y 4.14, representan los distritos más frecuentados entre hombres y mujeres que habitan la ciudad, de acuerdo con Kawabata y Abe (2018), las zonas se vinculan con los servicios ofrecidos en ellas. Mientras que los lugares más frecuentados por las mujeres se relacionan con servicios de educación y comercio de víveres, las zonas más frecuentadas por los hombres se relacionan con los centros de trabajo de la ciudad.

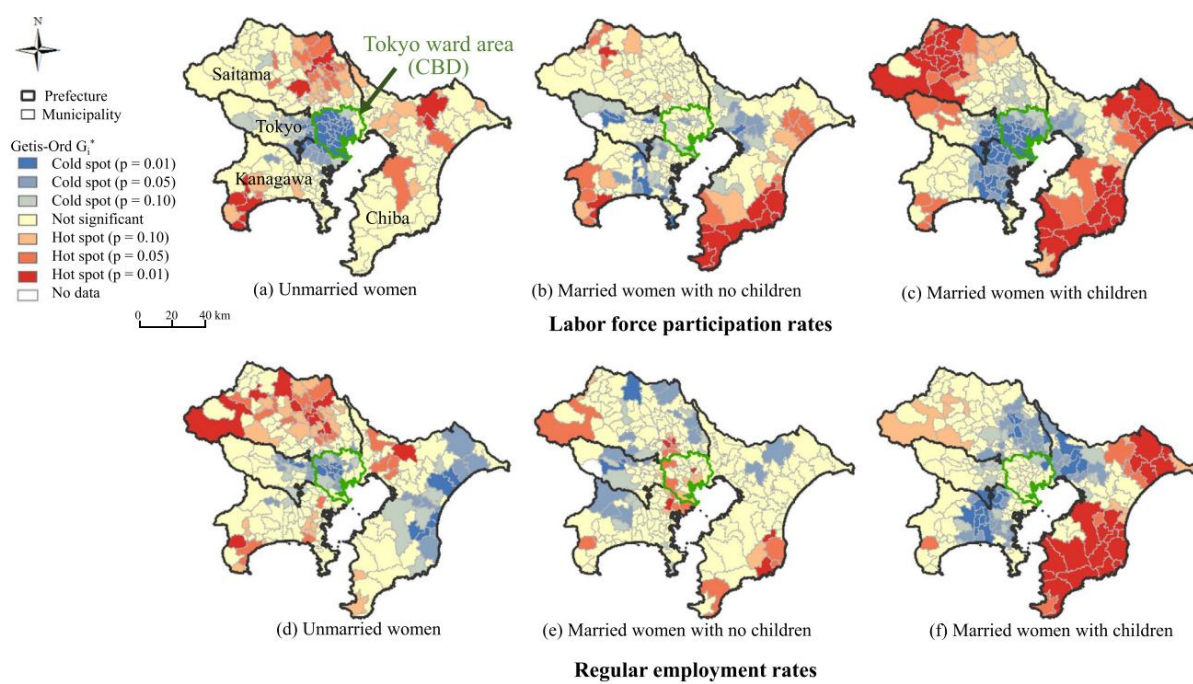


Figura. 4.14 Lugares más y menos frecuentados por las mujeres en Tokio (Kawabata y Abe, 2018).

#### 4.1.2.3 Distribución socioeconómica de la población

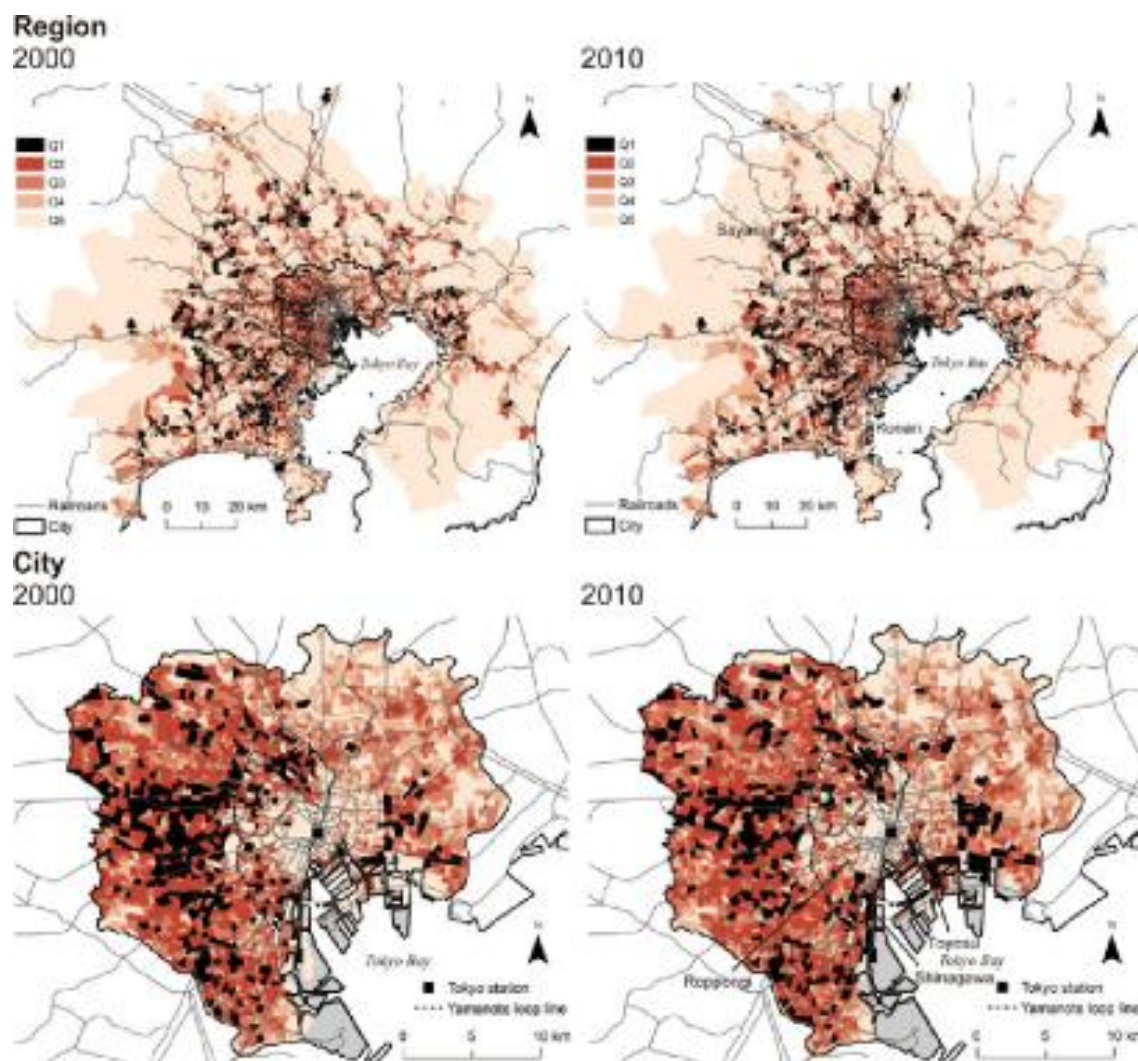


Figura. 4.15 Cambio en la locación de los grupos económicos de 2000 a 2010 en el Área Metropolitana de Tokio y Tokio (Uesugui, 2021)

La Figura 4.15 muestra la estructura económica de los habitantes de la ciudad de Tokio y su zona metropolitana. Uesugui (2021) halló que, aunque la composición de en esta distribución no ha cambiado mucho en 10 años, el principal cambio de esta distribución, son los pequeños grupos formados del quintil más rico alrededor de las estaciones de la red de transporte de Tokio. Además, el quintil más pobre se ha asentado en los alrededores de la ciudad.

Así mismo, la figura 4.16 muestra la evolución en los desarrollos inmobiliarios construidos en la ciudad y en su zona metropolitana, así se puede notar que la expansión en la segregación espacial de los desarrollos inmobiliarios de los estratos económicos medios altos y altos, va del centro de la ciudad hacía el oeste y se van esparciendo a lo largo de las vías de la infraestructura de transporte, hacía los suburbios de la ciudad.

De acuerdo con Uesugui (2021) los asentamientos de los habitantes de ingresos medios altos y altos integran el centro de la zona rodeada por la línea de Yamanote, hasta el oeste de la ciudad.

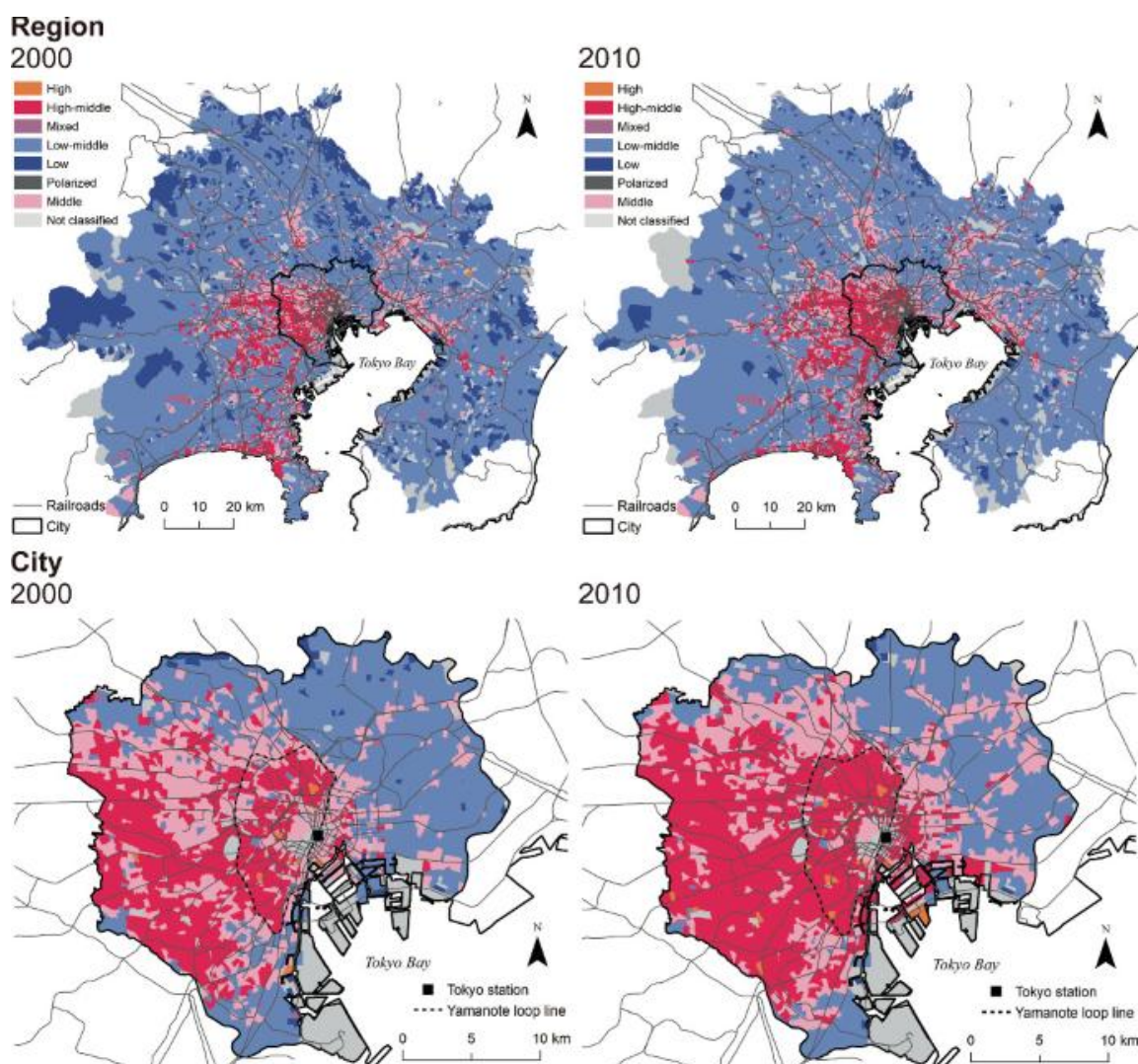


Figura. 4.16 Cambios en la estructura ocupacional de los vecindarios. Segregación espacial Tokio entre 2000 y 2010 (Uesugui, 2021)

#### 4.1.2.4 Distribución en la infraestructura de transporte

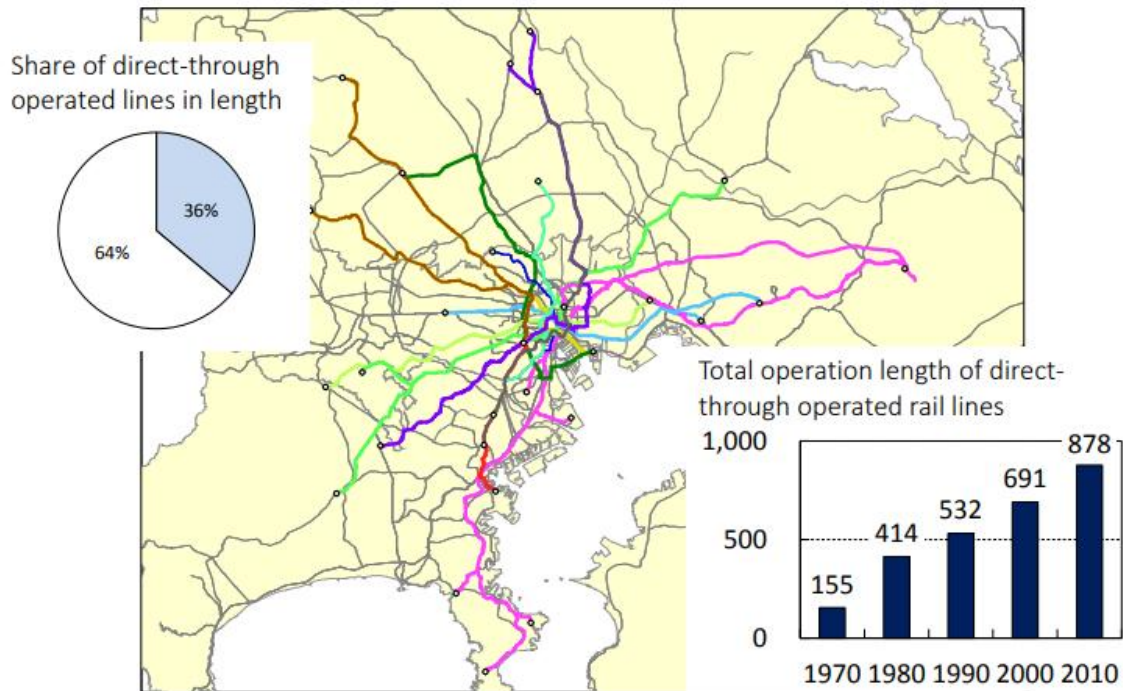


Figura. 4.17 Red Ferroviaria de paso directo en Tokio y su longitud, Proporción de líneas de paso directo y compartidas en longitud y su crecimiento (Kato, 2016)

Acorde con lo anteriormente mostrado en las figuras que integran los subcapítulos anteriores, la infraestructura del transporte férreo de la ciudad se concentra principalmente en las zonas de ingresos medios altos y altos. Tal como muestran las figuras 4.17 y 4.18.

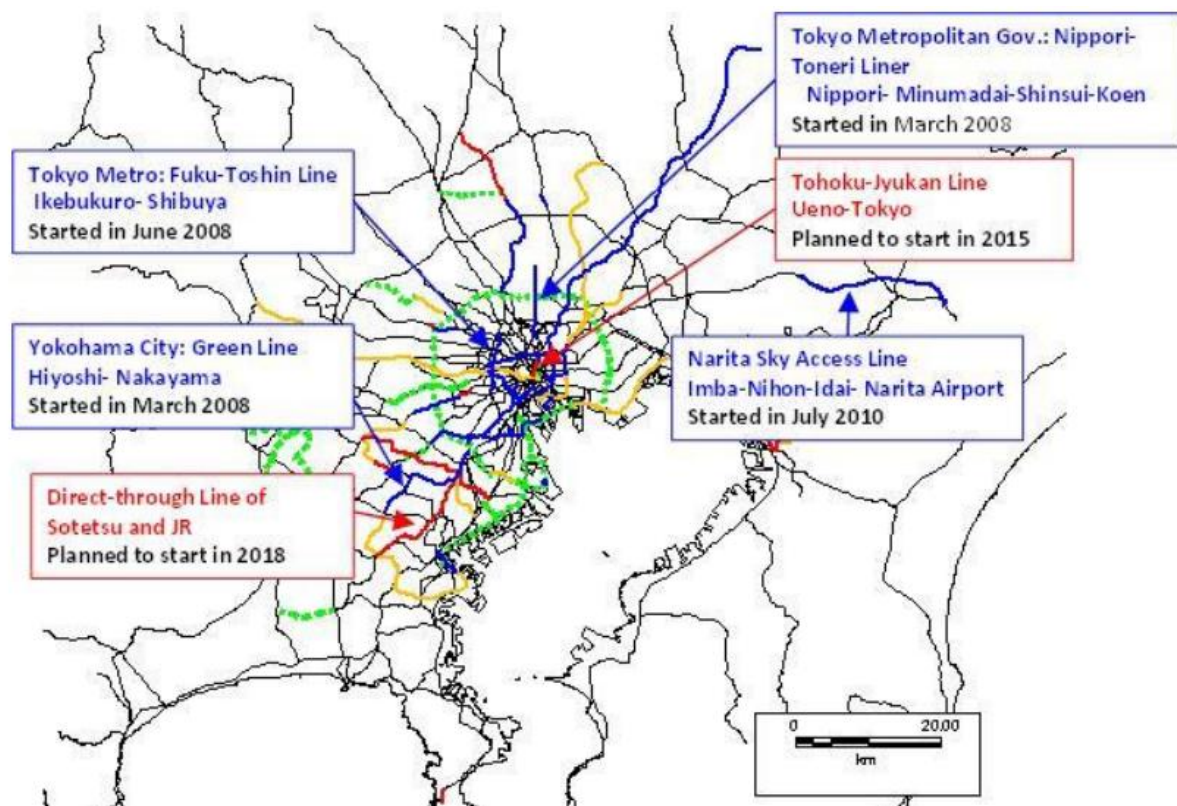


Figura. 4.18 Desarrollo de nuevas líneas ferroviarias en Tokio a partir de 2008  
(Kato, 2014).

#### 4.1.2.5 Volúmenes de tránsito

A continuación, se muestra la proporción de viajes realizados por modo de transporte en Tokio y su evolución de 1968 a 2008 (Figura 4.19), esta evolución muestra, además, una tendencia decreciente en el uso de medios de transporte motorizados, así como un aumento de los viajes realizados en bicicleta y tren.

Esta tendencia decreciente en el uso de transportes motorizados coincide con los bajos niveles de motorización de la ciudad (Figura 4.20), es decir con la baja proporción de vehículos que existen en la ciudad por habitante, la cual resulta ser menor al promedio nacional de Japón con una tendencia decreciente de 2005 a 2014.

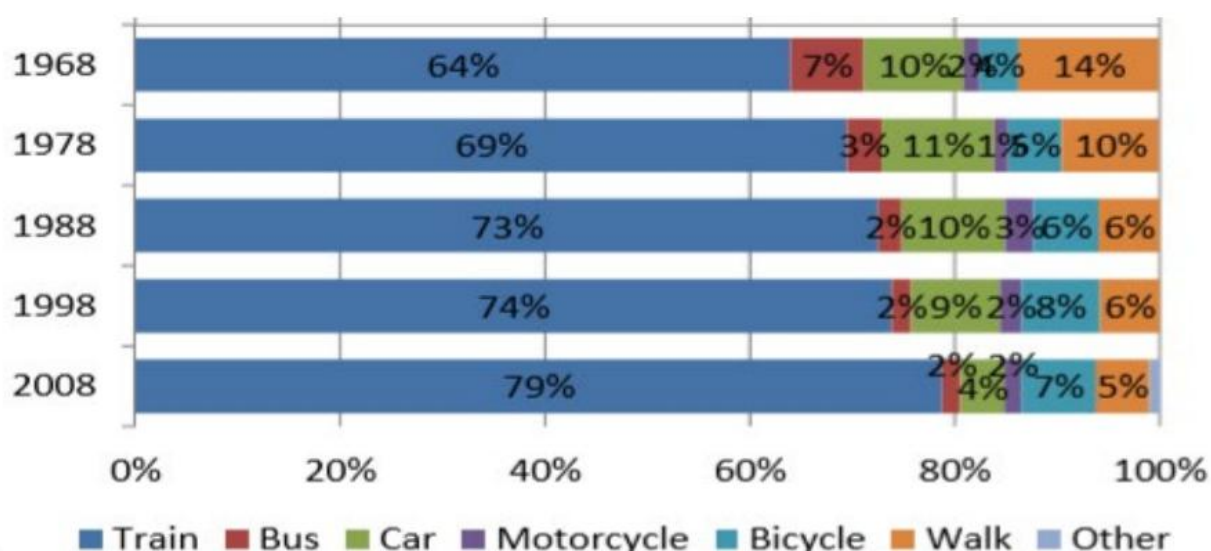


Figura. 4.19 Evolución en el porcentaje de viajes realizados en Tokio por modo de transporte (Jeekel, 2018)

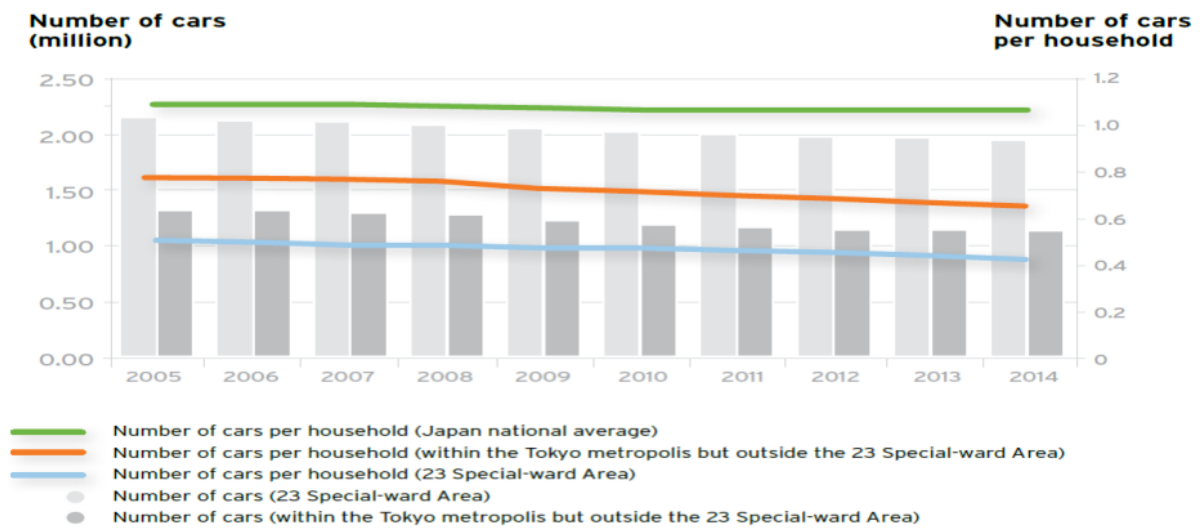


Figura. 4.20 Número total de vehículos en Tokio y sus distritos conurbados  
(Jeekel, 2018)

#### 4.1.2.6 Accidentabilidad y mortalidad

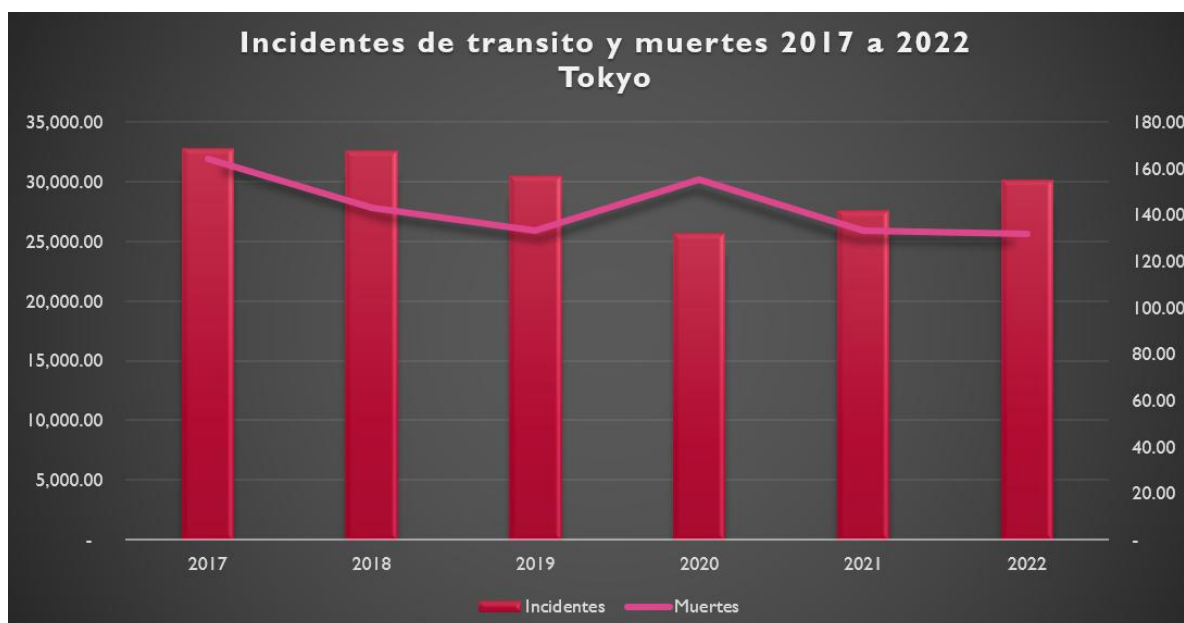


Figura. 4.21 Evolución en los incidentes de tránsito y muertes en Tokio de 2017 a 2022 (Elaboración propia con datos de la oficina de asuntos culturales y ciudadanos de Tokio).

El bajo índice de motorización de la ciudad expuesto en el subcapítulo anterior coincide, con un decremento anual sostenido de los incidentes de tránsito y la tasa de mortalidad de los accidentes que se registran en la ciudad. Cabe aclarar que la oficina de asuntos culturales y ciudadanos de Tokio considera en su estadística los incidentes de tránsito que se dan en las ciclovías de la ciudad entre bicicletas y vehículos eléctricos de un solo pasajero, además de los incidentes de tránsito que se suscitan entre automóviles.

#### 4.1.2.7 Emisiones de gases de efecto invernadero

Las emisiones de CO<sub>2</sub> de la ciudad se han reducido significativamente en el sector industrial, sin embargo, las reducciones de emisiones en el sector del transporte representan un decrecimiento a penas del 0.7% entre las emisiones generadas por el sector en 1990 y las generadas en 2023.

El dato presentado por el Instituto Nacional de Estudios Ambientales de Japón (INEA) resulta particularmente interesante, en una ciudad cuyo principal modo de transporte es el tren, mientras que al mismo tiempo se da un decrecimiento en el número de vehículos motorizados que circulan en la ciudad.

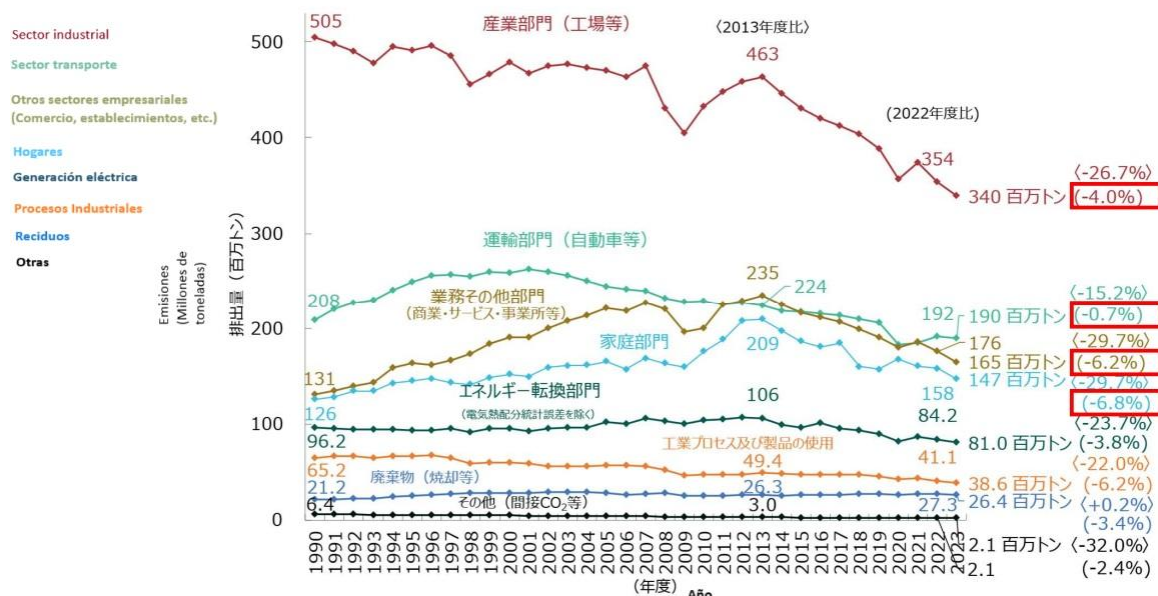


Figura. 4.22 Cambios en las emisiones de CO<sub>2</sub> por sector (INEA, 2024).

#### 4.1.3 Santiago, Chile

Los más de 6 millones de habitantes (Rivasplata, 2022; Maurer, 2022) de Santiago, comparten una ciudad fuertemente espaciada y segmentada socioeconómicamente (De Mattos, 2004. En: Busco C., González F., Carmona P., Cancino A., Alonso B., 2023). Esta situación es arrastrada por la ciudad desde la segregación residencial y la conformación urbana que dejó la estratificación socioeconómica de finales de los 70's y 80's (Maurer, 2022).

La transformación morfológica y estructural que vivió la ciudad las últimas tres décadas del s. XX se pueden dividir en tres etapas: Una ruta planificada hacia lo suburbano con la formación de un área periurbana algo difusa, la formación de una ciudad polarizada y segregada y, la explosión de nuevos instrumentos urbanos capaces de modificar enormemente el espacio metropolitano (De Mattos, 2004).

Estos fenómenos se dieron Cuando Augusto Pinochet tomó el poder, a través del golpe de estado de 1973. Las reformas económicas neoliberales que emprendió significaron un rompimiento con el modelo de una economía centralizada y planificada con industrias nacionales, que emprendió el gobierno Marxista de Salvador Allende. Estas políticas fueron diseñadas por el llamado grupo de los Chicago Boys, quienes abogaban por una economía “libertaria”, como la privatización y la desregulación. Lo que para el diseño urbano significó construir políticas que priorizaran las ganancias por encima de cualquier consideración social (Maurer, 2022).

Al analizar el desarrollo urbano de Chile en la década de los 70's es importante entender también el enfoque del diseño urbano y exponer el carácter verdadero de la visión del desarrollo socioeconómico que el régimen mantenía, dirigido únicamente hacía la obtención de ganancias (Maurer, 2022). El cambio de paradigma en el estado, a partir del golpe de estado, llevó también a un cambio del denominado “Diseño Urbano Social” al “Diseño Urbano de Mercado”. Mientras que el primero guiaba el desarrollo urbano de forma antagónica a las ideas capitalistas el segundo dirigió su atención hacía la oferta, la demanda y las necesidades de los inversionistas del estado (Maurer, 2022).

(Kusnetzoff, 1987. En: Maurer 2022):

*“Las políticas urbanas instituidas por el régimen de Pinochet ejemplifican una obsesiva fe en las fuerzas del libre mercado como motor del crecimiento nacional”*

De acuerdo con la “Política Nacional de Desarrollo Urbano” publicada en 1979, el plan de desarrollo estaba orientado a (MINVU, 1979. En: Maurer, 2022):

*“hacer al proceso de desarrollo urbano compatible con el modelo global de desarrollo del país, creando las condiciones más convenientes para facilitar la operación del mercado inmobiliario”*

La idealización del libre mercado de Pinochet condujo a la instauración de un estado permanente de especulación inmobiliaria (Maurer, 2022). Pese a la intención del Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) de reducir los precios aumentando la oferta, ampliando de 36,000 a 100,000 las hectáreas destinadas para la construcción de vivienda en la ciudad, a través del decreto 420 de 1979, los precios de la vivienda en las antiguas zonas limítrofes de Santiago aumentaron, así como las del área central (Maurer, 2022).

Esto permitió que el 58% de los terrenos urbanos fueran ocupados por solo el 12% de la población (Sabatini, 2000. En: Maurer, 2022). Como en otras ciudades esta forma de desarrollo en Santiago ha traído una densidad habitacional más alta en las zonas de menores ingresos del sur y el oeste de la ciudad y una densidad relativamente menor en las zonas de mayor afluencia del este (INE 2017. En: Rivasplata, 2022). Para 1989 los hogares en asentamientos irregulares llegaron a casi un millón (Maurer 2022).

Para los habitantes de Santiago, la segregación residencial también es sinónimo de segregación en el acceso a la movilidad y el transporte, pese a la fuerte inversión en infraestructura de transporte público, que ha motivado también la descentralización de las actividades; la actividad económica y los servicios continúan centralizados, así como las fuentes de trabajo (Rivasplata, 2022; Busco et al. 2023).

En cuanto a las políticas de movilidad, no se han desarrollado programas multidimensionales capaces de atender la necesidad de movilidad. (Vecchio, Castillo & Steiniger, 2020. En: Busco et al. 2023).

Las densidades poblacionales en las diferentes zonas de la ciudad han sido seguidas por elevados índices de motorización, debido a la inversión en infraestructura urbana que ha priorizado el uso del automóvil (Rivasplata, 2022).

En Santiago existen 1.2 millones de automóviles<sup>20</sup> registrados (INE, 2017) y de acuerdo a la encuesta origen destino de 2012 de los 18 millones de viajes diarios que se realizan el 61.5% corresponden a viajes en vehículos motorizados, solo el 25.9% de los viajes se realizan por transporte público (Muñoz V., Thomas A., Navarrete C., & Contreras R., 2015. En: Busco, et al. 2023). Peor aún de 2001 a 2012 el uso del automóvil se incrementó 5.1% mientras que el uso del transporte público disminuyó 5.4% (Tiznado-Aitken I. Muñoz J., Hurtubia R., 2018. En: Busco, et al. 2023). De acuerdo a Rivasplata (2022) esto ha contribuido al incremento en los niveles de congestionamiento vehicular y los niveles de emisiones en la ciudad.

La centralización de la actividad en Santiago significa también que las personas con menos recursos que viven en las zonas de interés social, aquellas zonas que anteriormente fueron irregulares en las que se asentaron, se encuentran más alejadas de los servicios y trabajos. Como resultado, las personas que habitan estas zonas de la ciudad invierten más tiempo y recursos para acceder al derecho a la ciudad, debido a que el servicio público de transporte no es capaz de reducir los tiempos de traslado, solamente incrementa la exclusión en términos del servicio al transporte y las facilidades (Martínez, 2018. En: Busco et al., 2022).

Esta segregación también es notoria en la propiedad de los vehículos privados de la ciudad, el análisis de Sagaris sobre 34 de las comunas de la ciudad, muestra que los propietarios de carros se concentran en 6 comunas (Maurer, 2022). Por ello, los viajes a pie continúan siendo una de las alternativas principales para el 60% de la población que no posee un automóvil (Sagaris, 2017. En: Maurer, 2022).

A pesar de que el sistema urbano de Santiago fue diseñado para favorecer a las clases altas, quienes se mueven principalmente en automóvil, la mayoría de quienes se mueven mediante otros medios, preferirían una redistribución en el derecho de vía e inversión, incluso quienes utilizan el automóvil apoyan esta visión, siempre y cuando sea en favor de un transporte más ágil (Sagaris, 2020. En: Busco et al., 2022).

---

<sup>20</sup> Alrededor del 60% de las personas con vivienda propia poseen, al menos, un automóvil (Busco, et al. 2023).

Con inversiones que doblaron la cantidad de kilómetros que cubren las ciclovías de la ciudad (El Mostrador, 2019. En: Rivasplata, 2022) Santiago es una de las ciudades de ingresos medios que ha apostado por promover el uso de la bicicleta (Rivasplata, 2022). Pese a ello, las políticas no han sido capaces de desarrollar programas multidimensionales capaces de atender la necesidad del acceso a la movilidad o adaptar la ciudad para facilitar el acceso a los servicios que buscan sus habitantes (Vecchio, 2020. En: Busco et al., 2022).

Estas políticas comenzaron a establecerse a partir de 1990, tras el plebiscito que depuso a Pinochet, la estrategia principal del país para ajustarse a los cambios fue un plan de desarrollo urbano (Maurer, 2022). Esto dio lugar a una red de transporte multimodal donde se encuentran muchos de los diferentes modos de transporte encontrados en otras ciudades. Autobuses, taxis compartidos, el sistema de metro y una línea regional de tren componen el sistema de transporte de la ciudad, repartándose el 80%, 6% y 14% de los viajes respectivamente (Rivasplata, 2022).

Transantiago, un sistema jerárquico integrado de transporte público compuesto por el metro, autobuses y taxis compartidos, forma una red de rutas que tienen un buen desempeño en los centros de transferencia modal, así como una buena coordinación de las tarifas y la información (Rivasplata, 2022).

Transantiago se ha ganado la confianza de los viajeros, mediante la implementación de nuevas tarifas, múltiples rutas y una excelente integración con el entorno urbano. el reto, sin embargo, continúa siendo la implementación del uso de la bicicleta en los últimos tramos de los viajes (Rivasplata, 2022).

La integración de otros modos de transporte como la bicicleta continúa siendo un desafío para la ciudad a pesar de la implementación en 2013 de Bike Santiago este sistema sigue siendo utilizado principalmente por turistas y residentes de altos ingresos. Para la mayoría de los viajeros Bike Santiago continúa siendo una opción cara, para los \$9 USD que cuesta su uso por día, además las estaciones de bicicletas compartidas no han sido implementadas en zonas de la periferia donde se encuentran los residentes de más bajos ingresos (Rivasplata, 2024).

Aunque los costos de los vehículos han disminuido esto no ha afectado el 36.7% de los viajes diarios que se realizan caminando (Muñoz, et al. 2015; Herrera y Razmilic, 2016. En: Maurer, 2022) esto pese a que el acceso a comprar un automóvil ha disminuido para las personas de más bajos ingresos cuya proporción con relación a los coches solo creció de 0.13 vehículos por persona a 0.17 de 2001 a 2012 (Herrera y Razmilic, 2016).

Para Maurer (2022) esto quiere decir que el presente de los viajantes en Santiago continúa siendo la caminata. De acuerdo con los datos de Sectra (2012, En: Maurer, 2022) más de la mitad de los viajes de los habitantes de las comunas más pobres de Santiago utilizan la caminata como modo de transporte, como se muestra en la figura 4.32, de las cuales entre el 56 y 77% de ellas son mujeres.

La persistencia en la caminata muestra que es algo más que solo un modo de transporte conveniente debido a los bajos ingresos, sino que es parte de la cultura de la vida en la ciudad de Santiago, relacionada a la forma en que se dan las interacciones sociales de sus habitantes, fuera de las comunas de más altos ingresos, donde las ferias locales y los mercados ambulantes son frecuentes, así como también las cortas distancias a las recauderías y comercios locales donde sus habitantes suelen comprar sus alimentos (Hermann-Lunecke, Marie Geraldine; Rodrigo Mora y Sagaris, 2020 En: Maurer, 2022).

Estos elementos culturales sostienen el argumento de que caminar como modo de transporte es más que solo economía (Maurer, 2022).

#### **4.1.3.1 Tiempos de viaje**

Las figuras 4.23 muestra los datos obtenidos en las Investigaciones de Moreno, et al. (2021) la cuál identificó las zonas geográficas de las comunas que estudiaron, sus niveles de ingreso promedio y los tiempos de traslado promedio que sus habitantes realizan a sus trabajos.

| Zona                                      | Ingreso promedio monetario del hogar en pesos chilenos | Tiempo de viaje promedio al trabajo |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Centro                                    | 1.047.740,00                                           | 39,87                               |
| Nororiente                                | 2.448.040,00                                           | 35,39                               |
| Norponiente                               | 706.751,97                                             | 53,98                               |
| Norte                                     | 759.509,18                                             | 48,01                               |
| Comunas fuera del área urbana consolidada | 723.046,09                                             | 44,65                               |
| Sur                                       | 915.068,92                                             | 53,09                               |
| Suroriente                                | 920.144,72                                             | 54,63                               |
| Surponiente                               | 835.721,31                                             | 52,61                               |
| Total general                             | 1.019.575,72                                           | 49,32                               |

Figura. 4.23 Ingreso promedio monetario del hogar en pesos chilenos y tiempo de viaje promedio al trabajo por zonas para la región metropolitana de Santiago (Moreno Alba, Daniel Felipe, Figueroa, Óscar, y Gurdon, Carole., 2021).

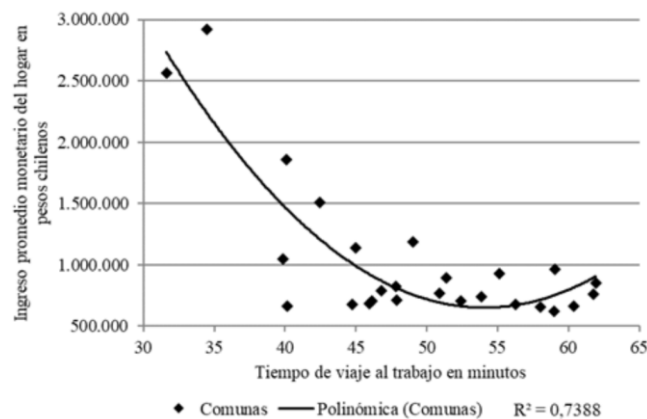


Figura. 4.24 Relación entre ingreso y tiempo de viaje en la región metropolitana de Santiago por comunas (Moreno, et al. 2021).

Para ordenar los datos anteriormente mostrados en una representación gráfica de la diferencia que existe entre el nivel de ingreso de los habitantes de las comunas estudiadas y sus tiempos de traslado Moreno, et al. (2021) elaboraron la gráfica mostrada en la figura 4.24.

### 4.1.3.2 Género

Así como lo estudiado en el subcapítulo dedicado a Sao Paulo, los datos de la CEPAL (2022) representan la heterogeneidad en la experiencia del transporte que existe entre hombres y mujeres en Santiago, la figura 4.25 muestra la diferencia que existe entre el número de viajes que realiza cada uno a diferentes horas del día y la figura 4.26 los motivos por los que realizan esos viajes.

Es de resaltar el aumento en la relación de viajes entre ambos durante la noche, así como la diferencia entre el porcentaje de viajes realizados por los hombres al trabajo y los hechos por las mujeres por el mismo motivo; así como la diferencia entre el porcentaje de traslados que realizan las mujeres con motivo de realizar alguna compra o buscar o dejar a alguien y el porcentaje de viajes realizados por hombres por el mismo motivo mostrados en la figura 4.26.

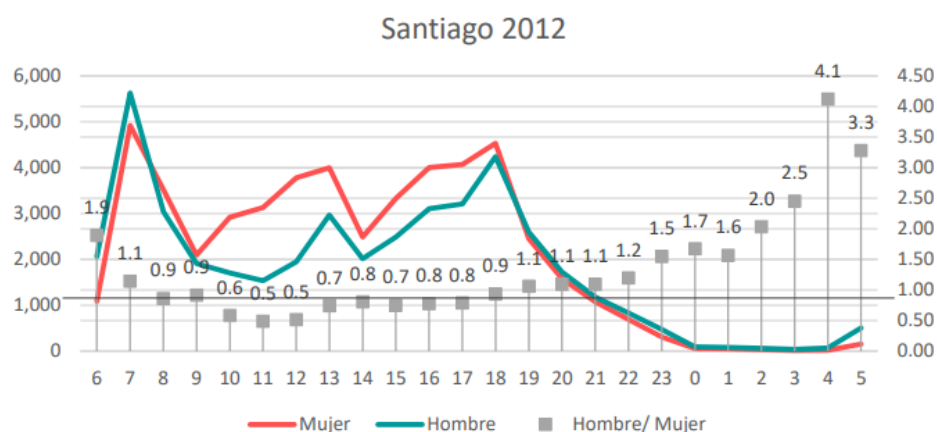


Figura. 4.25 Viajes totales según hora de inicio por sexo, Brecha entre hombre y mujeres de viajes respecto al total de viajes (CEPAL, 2022).

Ambas muestran la invisibilidad de la cual habla Jirón (2007, 2017 y 2018) en sus investigaciones, ya que en ellas se representa como se vive de forma diaria en Santiago, lo cotidiano que invisibiliza la experiencia diferenciada que viven hombre y mujeres en su vida diaria, así como el conflicto que surge a partir del análisis que se expone más adelante en este trabajo.

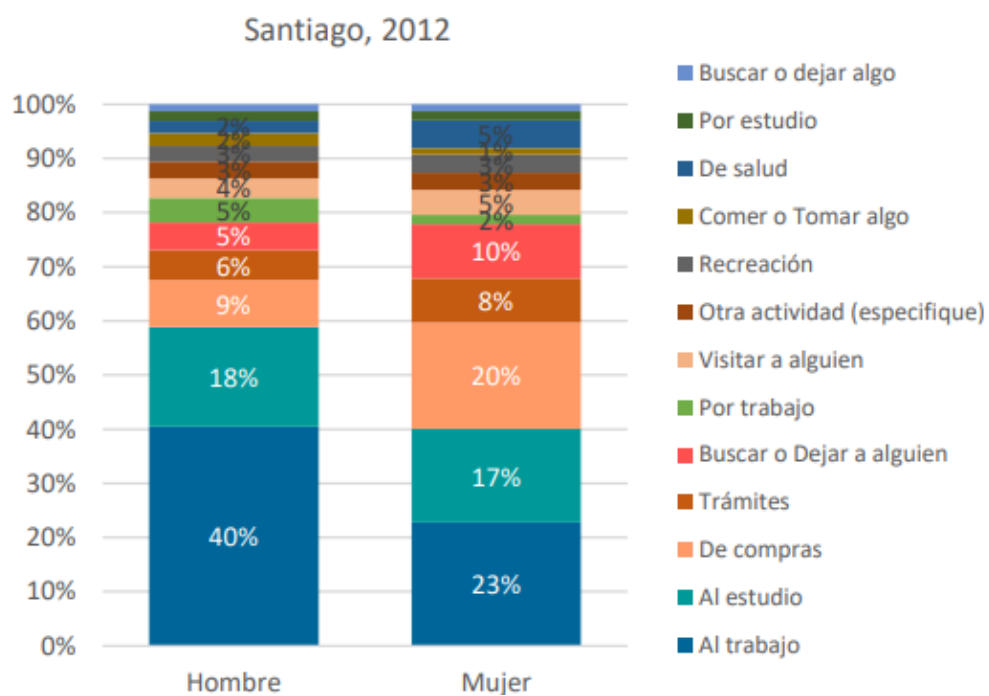


Figura. 4.26 Motivos de viaje por sexo (CEPAL, 2022).

#### 4.1.3.3 Distribución socioeconómica de la población

A continuación, se expone la distribución socioeconómica de la ciudad de Santiago por comuna de acuerdo con el porcentaje de habitantes de cada comuna que vive en situación de pobreza multidimensional (Figura 4.27). Así los resultados mostrados por Busco, et al (2023) coinciden con los resultados de Moreno, et al. (2021) en cuanto a la zona geográfica con un mayor ingreso.

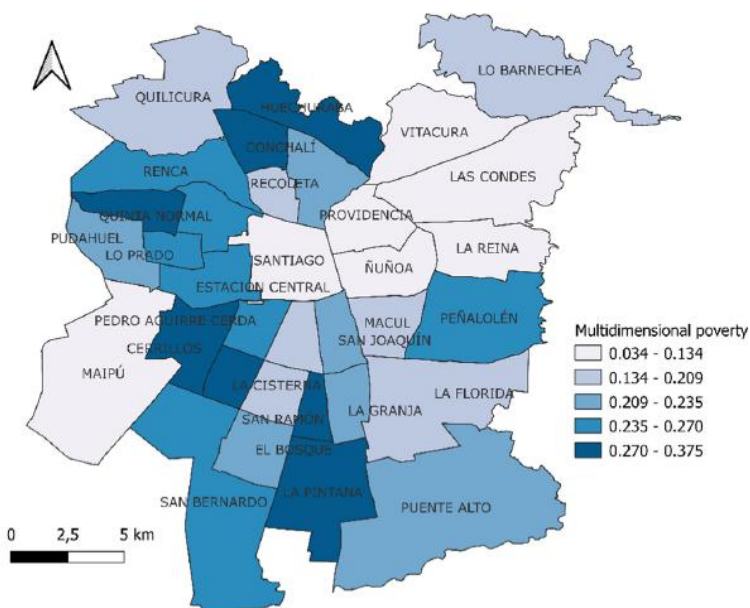


Figura. 4.27 Distribución del Porcentaje de habitantes en situación de Pobreza en Santiago, Chile (Busco et al. 2023).

Mientras que la figura 4.28 elaborada por Makito y Correa (2015) muestra la distribución en el nivel de acceso a de los habitantes de Santiago. Acorde a ello y los estudios de Moreno, et al. (2021) se puede establecer una correlación entre el poder adquisitivo promedio de los habitantes de las comunas y el nivel de acceso al transporte público. Este análisis se expone más a profundidad en el capítulo 5 de la presente investigación.

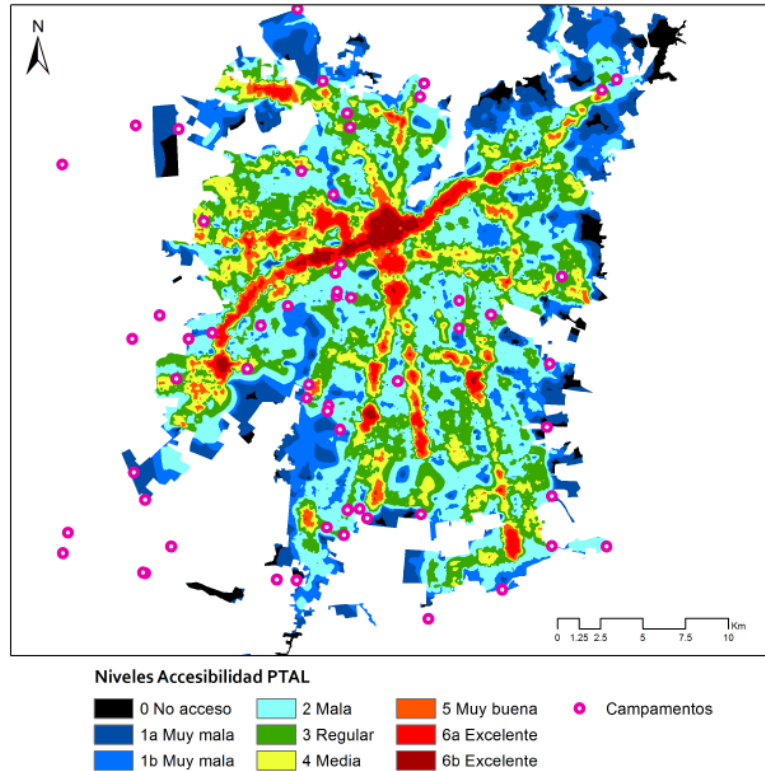


Figura 4.28 Niveles de Accesibilidad al Transporte Público en Santiago (Makito y Correa, 2015)

#### 4.1.3.4 Distribución en la infraestructura de transporte

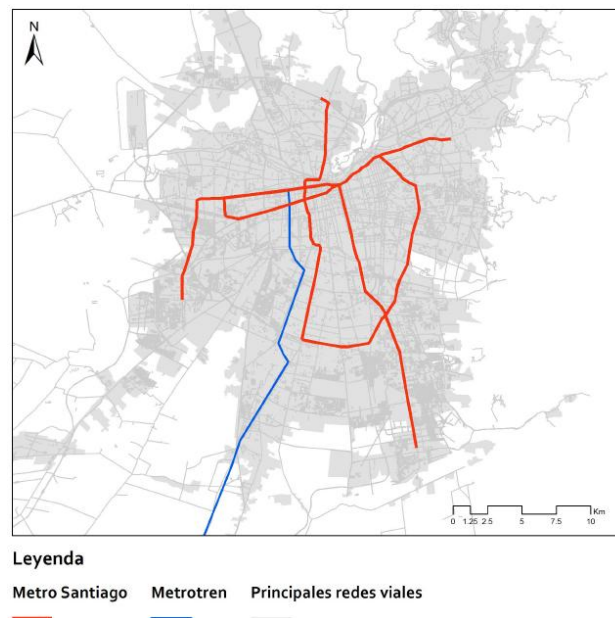


Figura 4.29 Trazado de la Red Metro de Santiago y MetroTren (Metro de Santiago 2014 y Trenes metropolitanos 2014 En: Makito & Correa, 2015)

Makito y Correa (2015) exponen un mapa de la red de transporte público de Santiago, cuando se le contrapone con las figuras 4.28 y 4.27 es fácil encontrar la correlación existente entre las comunas con un mayor poder adquisitivo, el nivel de acceso al transporte, los tiempos de viaje de cada población y la distribución de la infraestructura. Esto, presenta que la segregación espacial a partir del acceso a la infra estructura de transporte es un rasgo compartido entre Sao Paulo y Santiago.

#### 4.1.3.5 Volúmenes de tránsito

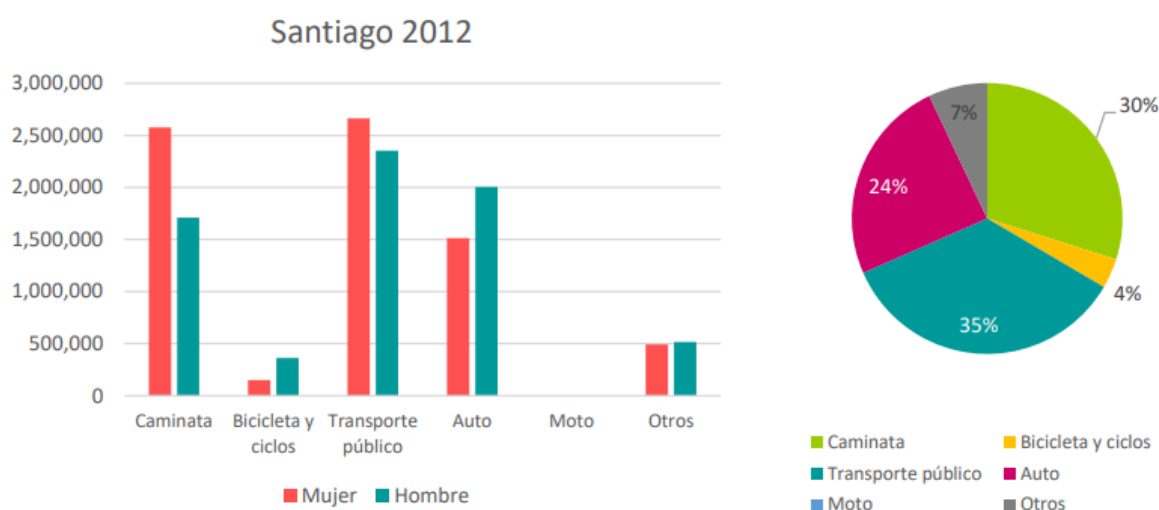


Figura. 4.30 Cantidad de Viajes por Modo y Género (CEPAL, 2022).

De acuerdo con los datos mostrados en la figura 4.30, los niveles de motorización de Santiago son bajos mostrando que los principales modos de transporte en la ciudad son la caminata y el uso del transporte público, además la CEPAL (2022) revela que las mujeres representan el mayor porcentaje de la población que utiliza estos modos de transporte. Lo anterior, concuerda con el porcentaje de viajes que usan la caminata en las 6 comunas más pobres de Santiago (Figura 4.32).

Además, al comprar los datos mostrados en la figura 4.31 y 4.25 se observa que las principales diferencias en la movilidad nocturna entre hombre y mujeres se da en el uso del transporte público aproximadamente a partir de las 18hrs siendo las mujeres quienes, a lo largo del día, hacen un mayor uso del transporte público.

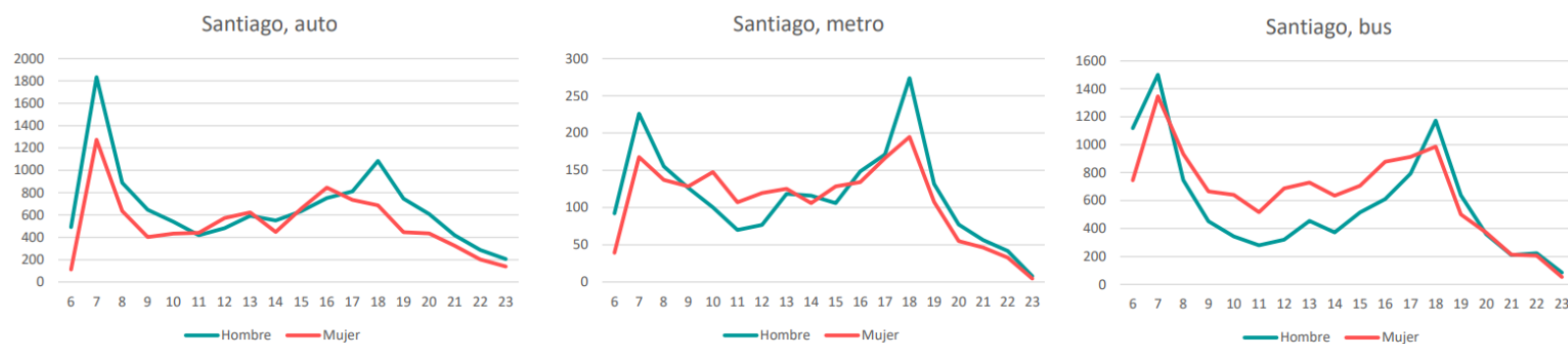


Figura. 4.31 Viajes por modo y género según horas de inicio del viaje (CEPAL, 2022).

| Comuna        | %De viajes realizados<br>Caminando |
|---------------|------------------------------------|
| Pedro Aguirre | 57.6%                              |
| Padahuel      | 57.2%                              |
| Conchalí      | 54.3%                              |
| El bosque     | 52.3%                              |
| Cerro Navia   | 51.3%                              |
| Lo Espejo     | 50.6%                              |

Tabla 4.32 Viajes realizados caminando en Santiago en las 6 comunas más pobres (Elaboración propia con datos de Sectra, 2012 En: Maurer, 2022).

#### 4.1.3.6 Accidentabilidad y mortalidad

A continuación, se presenta la evolución en la cantidad de accidentes de tránsito y las muertes anuales en Santiago de 1998 a 2020 (Figura 4.33). A partir de estos datos se expondrá la comparación en las tasas de mortalidad y accidentabilidad con las otras ciudades en el capítulo correspondiente al análisis de los resultados obtenidos.

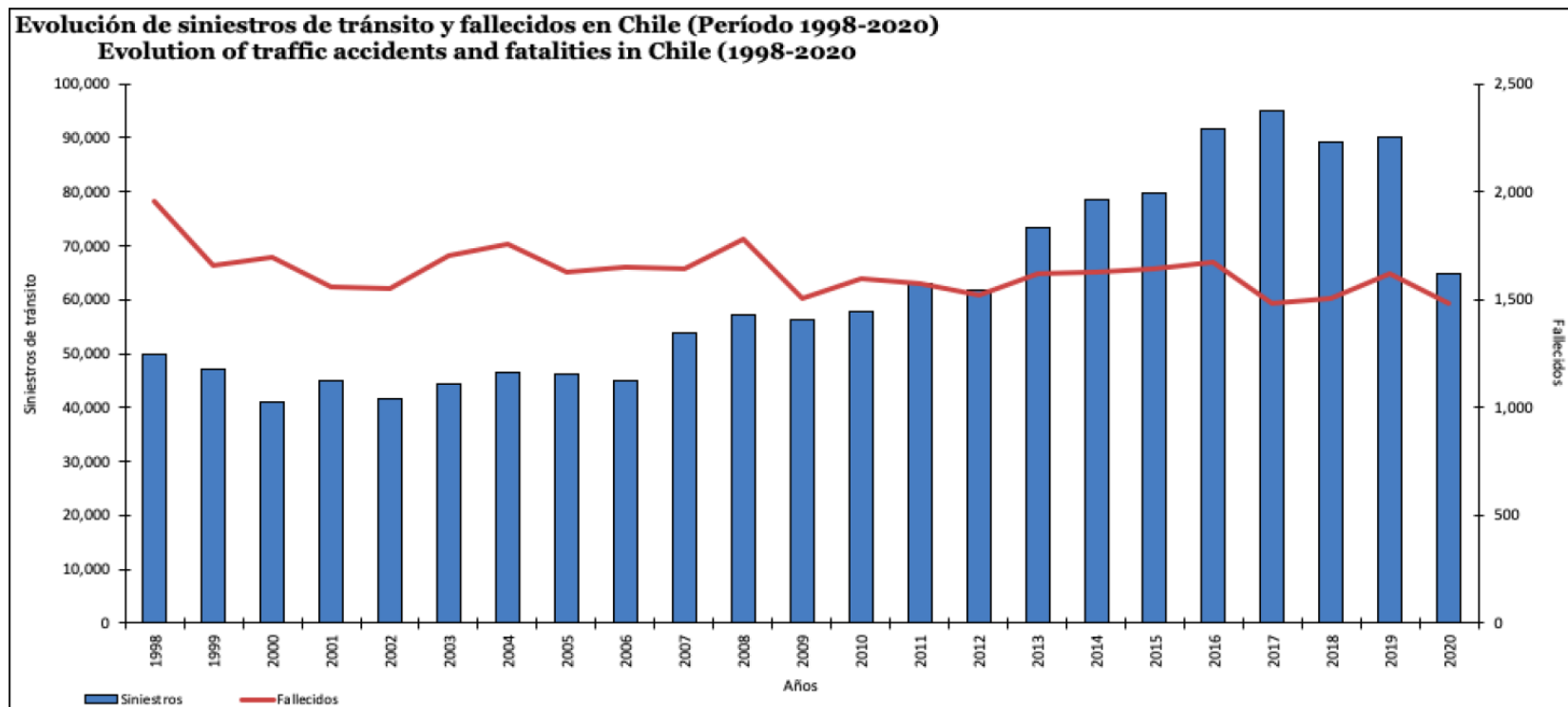


Figura. 4.33 Evolución de siniestros de tránsito y fallecidos en Chile de 1998 a 2020 (Maurer, 2022).

#### 4.1.3.7 Emisiones de gases de efecto invernadero

De acuerdo con el Ministerio del Medio Ambiente de Chile la composición de las emisiones de gases de efecto invernadero en la región metropolitana de Santiago se componen conforme a la figura 4.34<sup>21</sup>, en ella se incluyen las emisiones generadas por el sector energético compuesto por la quema de combustibles para transporte terrestre, ferroviario, marítimo, aéreo y generación eléctrica. Por lo que, el total de las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes exclusivamente del transporte puede ser menor a la cantidad indicada. Sin embargo, esta representa la principal fuente de contaminación de la ciudad.

Cabe resaltar que el ministerio mide además la cantidad de gases absorbidos por actividades relacionadas al Uso de la Tierra, Cambio de Uso de Tierra y Silvicultura (UTCUTS).

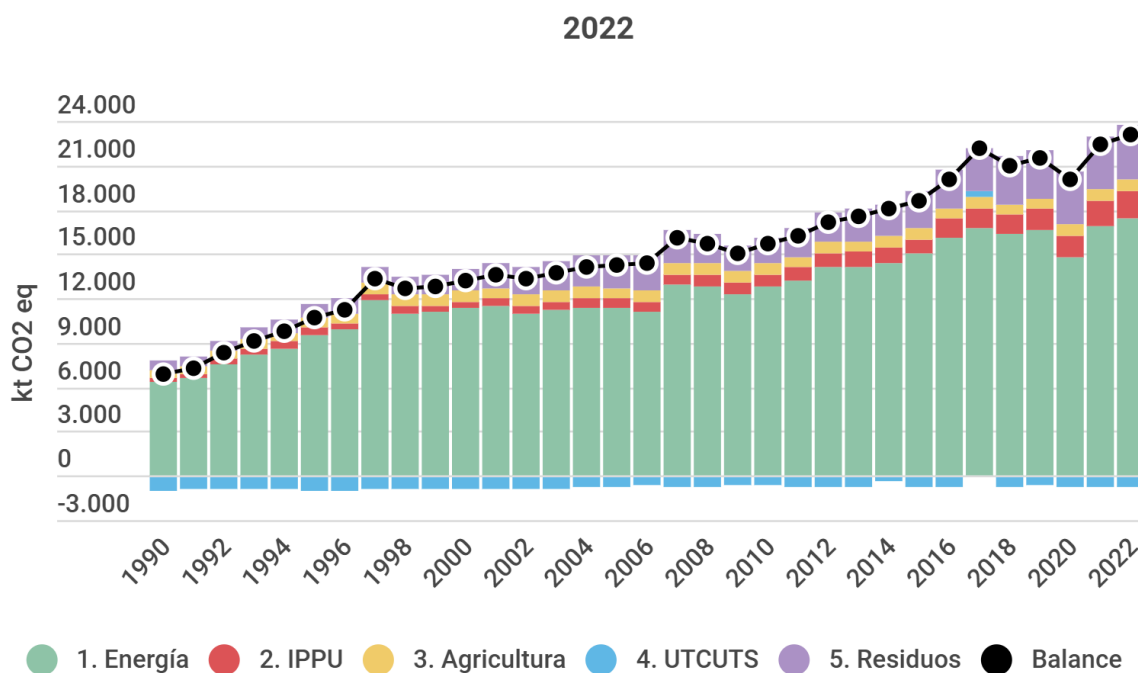


Figura. 4.34 Emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero en el área metropolitana de Santiago (MMA, 2023).

<sup>21</sup> IPPU: Procesos industriales y uso de productos que no utilizan la quema de combustible.

#### **4.1.4 Ámsterdam, Países Bajos**

La población total de Países Bajos, es de 17 millones de habitantes. Al mismo tiempo, sus habitantes poseen en total 22.5 millones de bicicletas, es decir, un promedio de 1.3 bicicletas por habitante (Reid, 2019 En: Mohíno, I. 2021. En; Ruiz-Apiláñez, B. y Solís E. (Eds.) 2021). Es difícil imaginar Ámsterdam sin vialidades para bicicletas o sin su preservación sustentable de sus ríos, bosques y parques. Ámsterdam, es hoy un referente mundial en el uso de la bicicleta como medio principal de transporte (Callum T. 2022).

Sin embargo, la historia de cómo Ámsterdam se convirtió en el centro de la política verde de los Países Bajos, pasa por una serie de eventos que bien pudieron haberla llevado a ser una más de las ciudades de concreto, ríos entubados y congestionamientos vehiculares, que se constituyeron durante la segunda mitad del siglo veinte (Mohíno, I, 2021 En: Ruiz-Apiláñez, B. y Solís E. (Eds.)).

Durante la época de la post guerra, entre los años 50's y 70's como muchas otras ciudades europeas, Ámsterdam volteó a ver al transporte privado como el símbolo de la modernidad y desarrollo, contrario al transporte público o la bicicleta (Mohíno, I, 2021 En: Ruiz-Apiláñez, B. y Solís E. (Eds.)).

De acuerdo con Lange y Feddes (2019), en 1956, cerca de 2,500 vehículos circulaban por las principales rutas en hora punta. Mientras que, en 1971, con una red viaria más extensa, el número creció hasta los 8.000 vehículos. Por el contrario, en 1961, en torno a 7.500 bicicletas y motocicletas circulaban por las vías más congestionadas, mientras que, en 1971, el número decreció hasta 2.500 (Mohíno, I, 2021 En: Ruiz-Apiláñez, B. y Solís E. (Eds.)).

En 1956 se planteó el primer plan de la solución tradicional, el plan Kaasjager, que proponía cubrir 15 km de canales, la demolición de docenas de edificios y su reemplazo por nuevos edificios de mayor altura y espacios de aparcamiento. La tendencia continuó con planes mucho más radicales como el plan Geef de Stad een Kans (dale a la ciudad una oportunidad) promovido por el lobby estadounidense de coches Stichting Weg, presentado por David, A. Jokinen en 1967. De acuerdo con este plan, se planteaba hacer la ciudad fácilmente accesible en coche mediante la

construcción de una autovía de seis carriles con el cubrimiento del canal Singelgracht para formar una carretera de circunvalación alrededor del centro urbano. El plan suponía que un alto porcentaje de la población de la periferia debería trasladarse al centro accediendo en vehículo privado, por ello, era necesario disponer aparcamientos y paradas de taxi en la periferia (Mohíno, I, 2021 En: Ruiz-Apilánez, B. y Solís E. (Eds.)).

Sin embargo, los habitantes de Países Bajos ya contaban con una tradición importante en cuanto a la forma en que realizaban su movilidad. Desde mucho antes de la II Guerra Mundial, los modos de transporte más utilizados por los neerlandeses eran la bicicleta y las pequeñas motocicletas.

Narbiza, 2021:

*La bicicleta es un medio tradicional en Ámsterdam y en general en países bajos [...] Los niños aprenden a caminar en bicicletas de madera, en lugar de andaderas*

Dujin, 1985:

*[...] existe un instinto holandés primitivo que se opone a los nuevos pecados de los años 60 de despilfarro y degradación de la naturaleza. La sobriedad y la limpieza son nuestras virtudes calvinistas clásicas.*

En 1965, Roel van Duijn, basado en el anarquismo de la guerra civil española fundó la revista “Provo”, que daría origen al movimiento autodenominado provotario<sup>22</sup> o

---

<sup>22</sup> Según Dujin, el término “provotariado” proviene de su mala experiencia con los círculos proletarios. Dujin creía que en los Países Bajos el proletariado no estaba suficientemente excitado para realizar la revolución, por lo que su realización recaía en todos aquellos alumnos y estudiantes, conscientes, todos los jóvenes que, de formas diferentes, resisten al sometimiento y la destrucción. Los niños y niñas del movimiento por la paz, los manifestantes antinucleares, los okupas y el movimiento de mujeres. Es decir, que para el movimiento Provo, la revolución vendría de la contracultura de las nuevas generaciones y no precisamente de la lucha de clases. Roel y sus colaboradores decidieron usar este término jugando con las palabras “provocador” y “proletariado” debido a las principales acciones que realizaba este movimiento, provocando a las fuerzas del estado (Van Dujin, 1985).

abreviado como “Provo”. Dicho movimiento anticapitalista se oponía, en palabras de Dujin, de una forma “antiviolenta” a la violencia ejercida por la degeneración del medio ambiente, el consumismo y armamento nuclear de la guerra fría. En consecuencia, promovía el desarme nuclear, el uso legal de la marihuana y el uso de la bicicleta (Van Dujin, 1985).

No se puede entender el ascenso de la bicicleta en los Países Bajos sin entender la historia del movimiento Provo, no solo por la influencia cultural que llegó a tener, sino porque las acciones y políticas que realizaban de forma clandestina en 1965, las pudieron plantear también de forma institucional en 1969 cuando Roel van Dujin obtuvo el cargo de consejero en la ciudad de Ámsterdam.

Hasta entonces en Ámsterdam estaba prohibido aparcar una bicicleta sin candado a lo que los Provo respondían repartiendo 50 bicicletas pintadas de blanco en las calles de la ciudad para ser usadas de forma pública. Este plan lo plantearían en 1970, con la consejería de Dujin, mediante el plan Witte Fietsenplan (plan de la bicicleta blanca), que planteaba la distribución de 10.000 bicicletas al año que serían de propiedad pública y gratuitas para los ciudadanos. Además, se cerraría el centro al tráfico motorizado mejorando la frecuencia de transporte público, aunque permitiendo el acceso de taxis eléctricos a menos de 30 km/h (Mohíno, I, 2021 En: Ruiz-Apiláñez, B. y Solís E. (Eds.)). Sin embargo, el gobierno local se negó a poner en marcha esta iniciativa.

Con la consejería de Luud Schimmelpennink, un ex-Provo, se planteó esta propuesta, pero basada en vehículos eléctricos compartidos, misma que consiguieron materializar en 1974, aunque solo con una estación y cuatro coches eléctricos. Para utilizarlos, era necesario ser socio y pagar una cantidad por km recorrido. La falta de financiación para extender la red supuso su fracaso. (Mohíno, I, 2021 En: Ruiz-Apiláñez, B. y Solís E. (Eds.)).

El movimiento provotario, tuvo más importancia cuando terminó que cuando inició. La influencia cultural que generó y las secuelas políticas que encontró en los partidos Demócratas 66, Izquierda verde y el Partido comunista de los Países Bajos, son fragmentos de la idea bomba de 1965 (Van Dujin, 1985).

Provo fue el inicio de políticas, actividades y pensamientos rebeldes y contracultura que se desarrollarían como políticas posteriormente en los países bajos (Van Dujin, 1985. 8 pp.). De acuerdo a Mohino (2021), la lucha del barrio de Pijp en 1972, por la reducción del tránsito vehicular en favor de la seguridad de los niños del barrio es un ejemplo de estas expresiones, impensables sin la existencia de Provo (Mohino, 2021).

Gracias a la implementación de políticas públicas agresivas en contra de los automóviles fue que se logró dar prioridad de nuevo a la bicicleta. (Narbiza, 2021)

Hoy en día incluso las leyes laborales de Países bajos incentivan el uso de la bicicleta mediante el bono de transporte que todas las empresas pagan a sus empleados. El bono se calcula de acuerdo con la distancia entre el código postal de la residencia del trabajador y el código postal del centro de trabajo. Esto se traduce en un ingreso adicional para los y las trabajadoras que deciden usar la bicicleta como medio de transporte. (Narbiza, 2021)

Finalmente, uno de los símbolos del movimiento Provo de los años 60's, las bicicletas, son hoy en día un símbolo mundialmente asociado a Ámsterdam y los países bajos.

#### 4.1.4.1 Tiempos de viaje



Figura 4.35 Tiempos promedio de viaje en el área metropolitana de Ámsterdam por zona postal (Schroten, 2022).

Conforme a lo expuesto en la figura 4.35 la mayor parte de los tiempos de viaje promedio de la población de Ámsterdam conforme a su lugar de origen se encuentra por debajo de los 60min. Además, la ciudad presenta una distribución uniforme en los tiempos de traslado de los viajes que se realizan.

Sin embargo, se debe puntualizar que la distancia de traslado de las personas de Ámsterdam puede ser consideradas cortas al presentar, mayormente, distancias de viaje menores a la 30km desde su lugar de origen (Figura 4.38).



Figura. 4.38 Distancia promedio de viaje en la zona Metropolitana de Ámsterdam por código postal (Schroten, 2022).

#### 4.1.4.2 Género

Las conclusiones generadas por Bon Thijs, Bruno Matthew y Van Oort Niels, en el estudio realizado para la Universidad Tecnológica de Delf, muestran que los factores de edad y género no son significativos como factores que contribuyan a la inaccesibilidad al transporte.

Bon, et al., 2025:

*“Sorprendentemente, nuestros resultados indican que los factores demográficos de género y juventud no son predictores significativos del nivel de pobreza en el transporte de los vecinos [...]”*

Sin embargo, como se muestra en la tabla realizada por Du, J.; Druta, O.; van den Berg, P.; van Wesemael, P. J.V (Figura. 4.36), donde, a partir de una metodología

establecida<sup>23</sup>, se obtuvo un valor, como porcentaje expresado en número decimal, para representar el nivel de importancia que le dan los habitantes de Ámsterdam que visitan por diferentes razones la estación central de la ciudad, de acuerdo a su género, edad, nivel educativo y propósito del viaje; se demostró, a través de la importancia que cada grupo social da a cada factor, que la experiencia en el trayecto de cada viajante varía de acuerdo a su género.

**Table 7.** Results of path analysis (only significant results included).

|                      | Wayfinding |       | Transfer  |       | Shopping  |       | Advanced Services |       | Basic Needs and Safety |       | Art and Decoration |       |
|----------------------|------------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-------------------|-------|------------------------|-------|--------------------|-------|
| Intercept            | -0.124     |       | 0.032     |       | -0.011    |       | 0.133             |       | 0.071                  |       | 0.091              |       |
|                      | Estimates  | S.E.  | Estimates | S.E.  | Estimates | S.E.  | Estimates         | S.E.  | Estimates              | S.E.  | Estimates          | S.E.  |
| Female               | 0.372 ***  | 0.092 |           |       |           |       | 0.310 ***         | 0.092 | 0.222 *                |       | -0.278 **          | 0.093 |
| Age—young            |            |       |           |       | 0.433 **  | 0.162 | -0.500 **         | 0.172 | -0.522 **              | 0.174 |                    |       |
| Age—adult            |            |       |           |       |           |       | -0.233 *          | 0.100 | -0.223 *               | 0.101 |                    |       |
| Education—high level | -0.339 **  | 0.129 |           |       |           |       |                   |       |                        |       | 0.265 *            | 0.131 |
| Purpose—living       |            |       |           |       |           |       | -0.251 **         | 0.094 |                        |       |                    |       |
| Purpose—working      |            |       | -0.438 *  | 0.180 | -0.392 *  | 0.178 |                   |       |                        |       |                    |       |

Note: S.E., standard errors. All estimates are unstandardized. \*  $p < 0.1$ , significant at the 10% level. \*\*  $p < 0.05$ , significant at the 5% level. \*\*\*  $p < 0.01$ , significant at the 1% level.

**Fig 4.36 Resultados del análisis de trayecto (solo resultados significativos) (Jinglun, Du, et al., 2021).**

Como se aprecia en la Figura. 4.36 las mujeres de Ámsterdam en particular dan más importancia a los factores complejos del sistema de transporte como las facilidades que se les dan en la identificación de su camino, el nivel de servicio del transporte, seguridad y servicios adicionales que los hombres.

<sup>23</sup> La metodología establecida por los autores fue: El análisis, a través de una encuesta cuantitativa, del trayecto realizado por los viajeros que transitan por la estación central de Ámsterdam. Primero realizaron un estudio exploratorio para establecer una estructura de 48 indicadores relacionados con las siete dimensiones de calidad propuestas en el análisis, para después establecer simultáneamente una relación entre los factores socio demográficos elegidos y las siete dimensiones de calidad, esto se hizo simulando un modelo de trayecto en el programa AMOS 20. Por último, el estudio empleó un análisis de importancia/satisfacción para identificar los atributos priorizados en el caso de los viajeros de la estación central de Ámsterdam. Para una mayor referencia o el análisis de la metodología estadística empleada, se puede remitir al estudio en inglés a través del siguiente link: <https://www.researchgate.net/publication/355924182>

#### 4.1.4.3 Distribución socioeconómica de la población

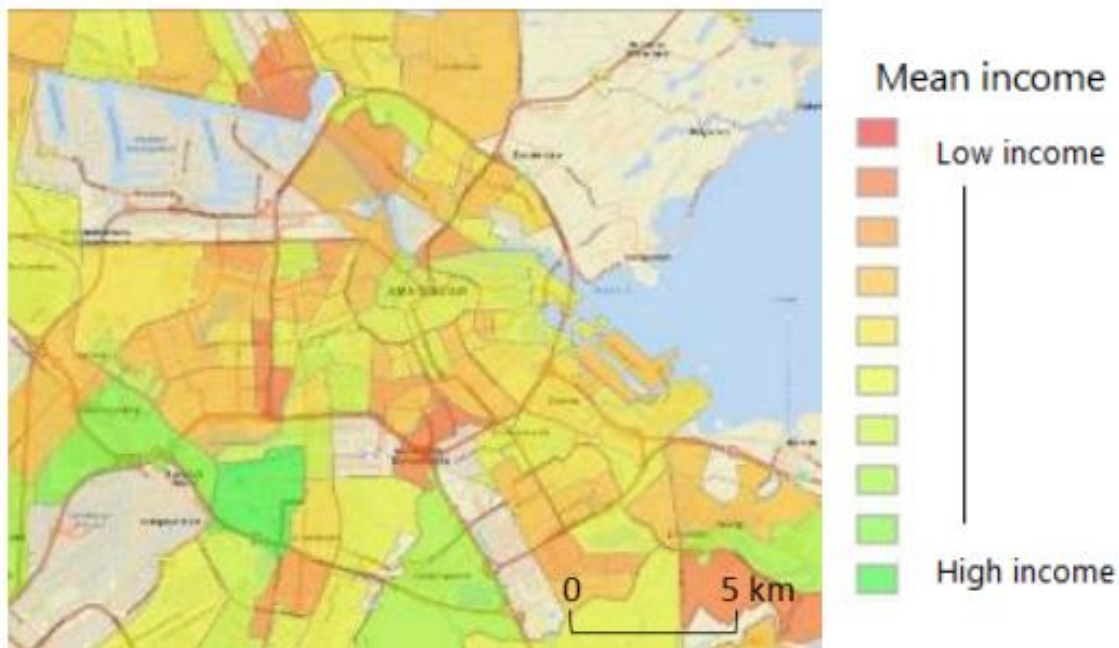


Figura 4.37 Ingreso promedio estandarizado de los hogares en la zona Metropolitana de Ámsterdam por código postal (Schroten, 2022).

En concordancia con otras ciudades de estudio las mayores distancias y tiempos de viaje que presenta la ciudad se encuentran en las zonas de menores ingresos de la ciudad, esto al comprar los resultados expuestos por Schroten (2022) en las figuras 4.37, 4.35 y 4.34.

#### 4.1.4.4 Distribución en la infraestructura de transporte

Conforme al mapa de la red de transporte público de Ámsterdam (Figura 4.39), la ciudad presenta una red de transporte amplia. Esto, no solo en la red de transporte público metro y autobús, si no también en la construcción de vías donde circulan de forma exclusiva bicicletas y vehículos eléctricos de uso individual.



Figura. 4.39 Red de transporte público en Ámsterdam y su zona metropolitana, Metro, tren, Tranvía y autobús (recuperado de <https://www.amsterdam-2-go.com/amsterdam-transport.html> el 18 de mayo de 2025).

#### 4.1.4.5 Volúmenes de tránsito

La movilidad en Ámsterdam es bastante heterogénea (Figura 4.40), esto identificando que, aunque hay una predilección por el uso de la bicicleta (fiets) como modo de transporte, el porcentaje de viajes realizados a pie (lopen) es similar al uso de la bicicleta. Mientras que la diferencia entre el uso del automóvil (auto) y el uso conjunto del transporte público (OV) y los vehículos eléctricos o alternativos (overig) es solo del 6%.

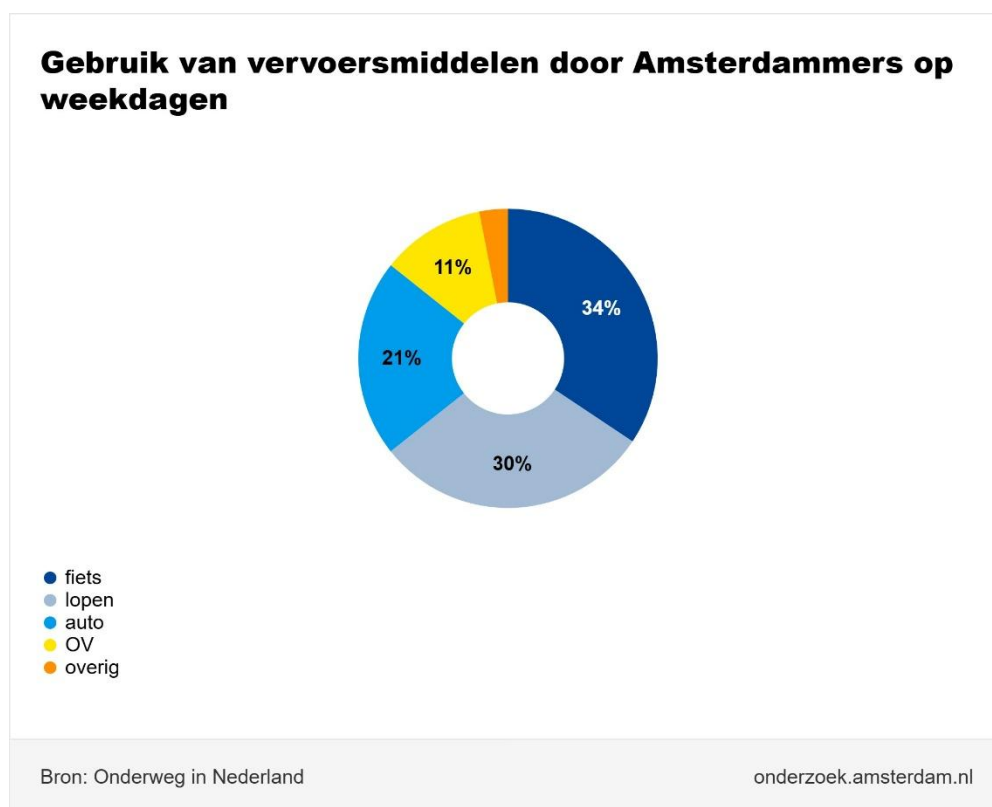


Figura. 4.40 Porcentaje de vehículos usados por los habitantes de Ámsterdam entre semana (Marretje O et al., 2024).

Ya que el uso de ambos modos se ha mantenido constante entre 2012 y 2022 representando solo entre 50 y 60 mil viajes (Figura 4.41), Marretje, et al. (2024), asume en su publicación, que los usuarios de bicicletas eléctricas simplemente migraron a las motonetas por la influencia de las políticas públicas en la selección del modo de transporte. Esto aumento se puede ver en la evolución del uso de los scootres/motonetas (bronfiets) y las bicicletas eléctricas (snorfiets) puesto que el

uso de las bicicletas eléctricas disminuyó a partir del 2019, cuando el uso de protecciones como el casco se volvió obligatorio.

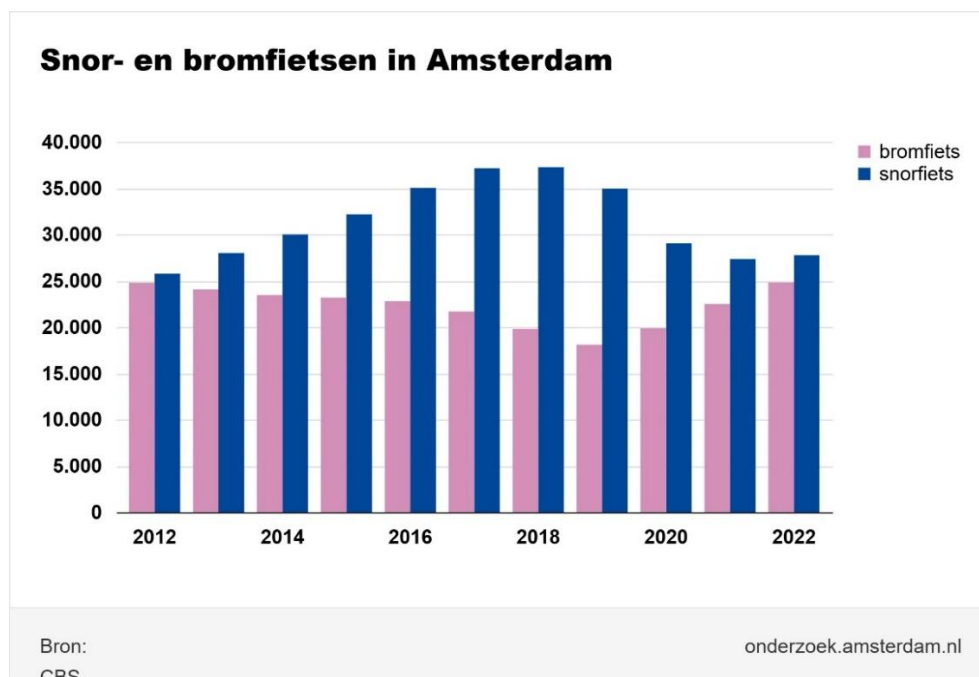


Figura. 4.41 Evolución en el número de Bicicletas eléctricas y Scooters eléctricos en Ámsterdam (Marretje O et al., 2024).

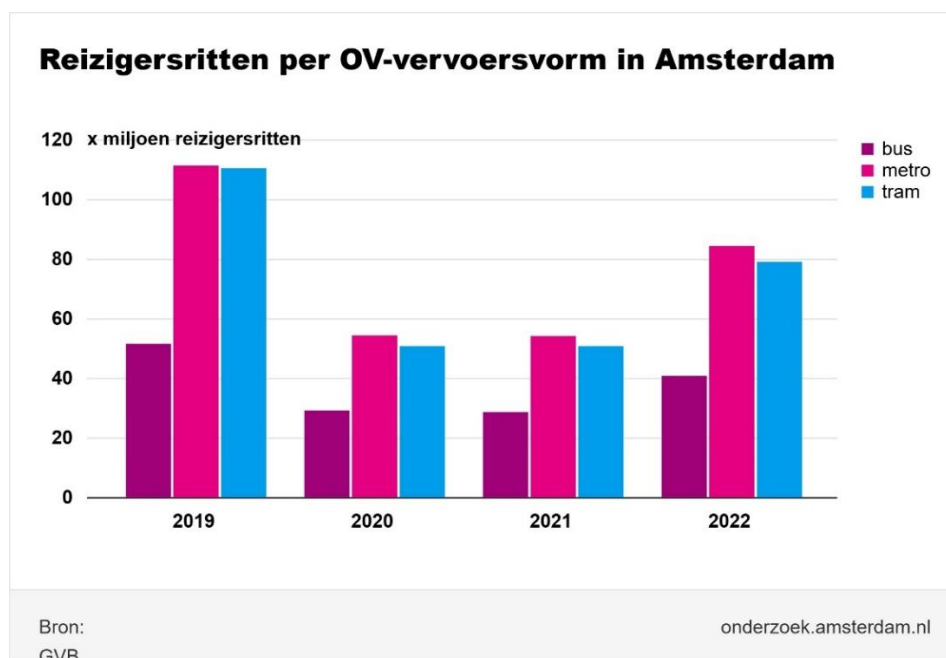


Figura. 4.42 Viajes anuales realizados en Transporte público (Marretje O et al., 2024).

Por último, del 11% de los viajes que se realizan en transporte público en la ciudad más de dos terceras partes se realizan en tren o en metro como se muestra en la figura 4.42.

#### 4.1.4.6 Accidentabilidad y mortalidad

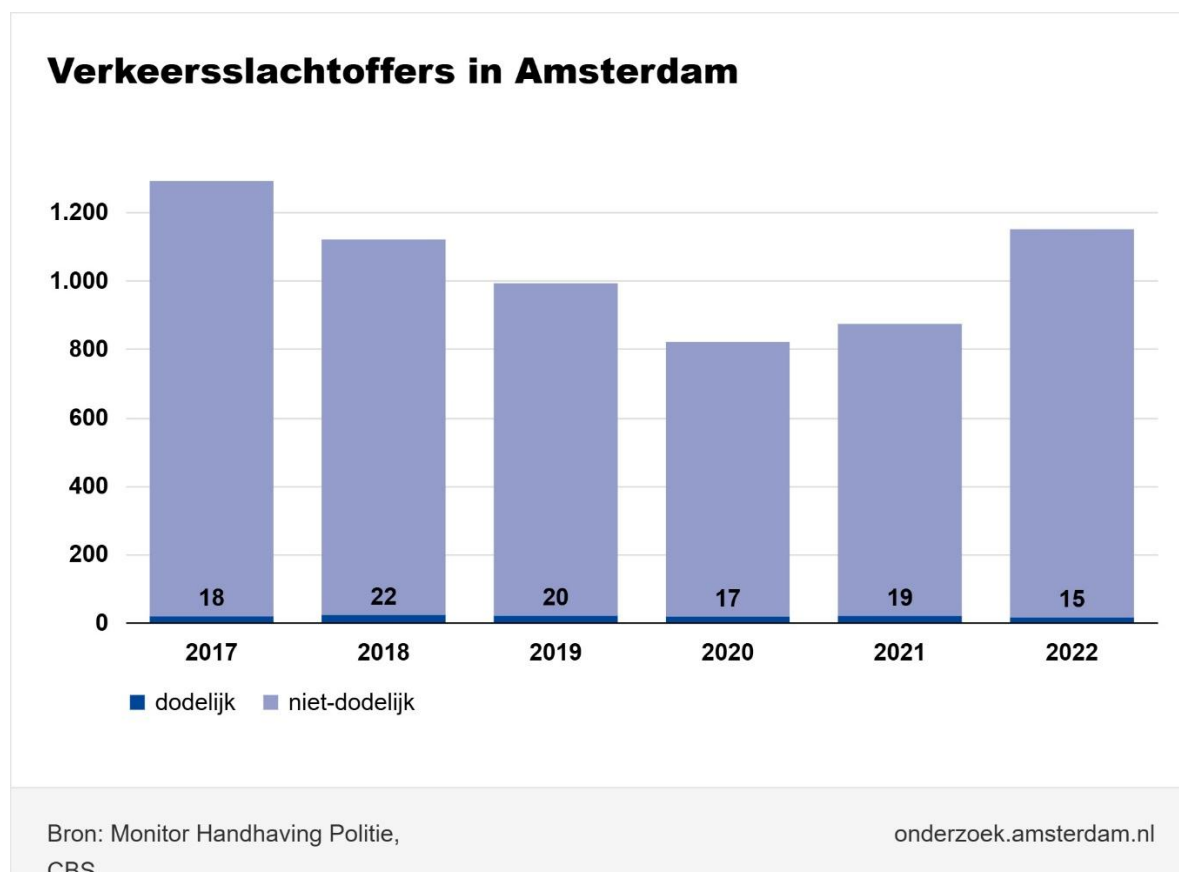
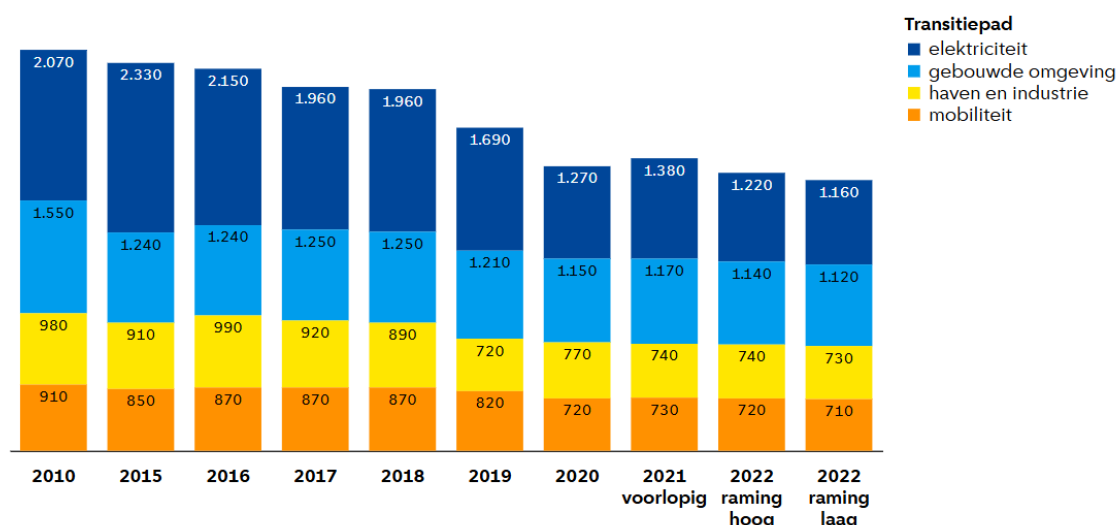


Figura. 4.43 Evolución en el número de accidentes mortales y no mortales en Ámsterdam (Marretje O et al., 2024).

En comparación con las ciudades previamente analizadas, el número de accidentes de tránsito en Ámsterdam y las fatalidades a causa de ellos son pocos (Figura 4.43) en comparación, sin embargo, una comparación más exacta se realizará en el capítulo correspondiente al análisis de resultados donde se comparen los índices de accidentabilidad y mortalidad de las ciudades.

#### 4.1.4.7 Emisiones de gases de efecto invernadero

CO<sub>2</sub>-uitstoot in kton naar transitiepad, per jaar



Bron: O&S

[Download afbeelding](#)

Figura. 4.44 Emisiones de gases de efecto invernadero en Ámsterdam en kton por fuente de emisión (De arriba abajo: electricidad, superficie construida, industria y comercio y transporte) (Memo. 2023)

Por último, las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes del transporte en Ámsterdam en 2022 representaron tan solo el 19% de las emisiones totales de la ciudad (Figura 4.44).

#### 4.1.5 Ciudad de México

La Zona metropolitana del Valle de México (ZMVM) cuenta con una población total aproximada de 21 millones de personas, que habitan las 16 alcaldías de la Ciudad de México (9.2 millones de personas), 59 municipios del Estado de México (11.9 millones de personas) y el municipio de Tizayuca en Hidalgo (168.3 mil personas) (INEGI, 2020). Concentra una gran diversidad de actividades a nivel nacional en torno a dinámicas políticas, económicas, sociales y culturales nacionales (Martínez, 2018). Por tanto, la ciudad más importante y grande de la república mexicana, catalogada en 2011 como la tercera aglomeración urbana más grande del mundo (Naciones Unidas 2011. En: Avilés, 2018).

Se puede comenzar a hablar de la historia del transporte en la Ciudad de México desde las épocas de Tenochtitlan cuando las principales vías de comunicación eran las grandes calzadas fabricadas con piedra que conectaban al centro ceremonial del templo mayor con los cuatro puntos cardinales. Al no contar con animales de tiro o vehículos de ruedas que pudieran cargar, el transporte se realizaba a pie (Hassing, 2025), además de las trajineras y canoas que se usaban para transportarse en el lago y los canales de la ciudad.

Tras la conquista, durante el proceso de desecación del lago de Texcoco, la conformación de la ciudad cambió.

En la segunda mitad del s.XIX se introdujeron embarcaciones de vapor que, a partir de 1877, recorrían el canal de la Viga hasta Chalco y que convivían con las canoas, trajineras, barcas e incluso nadadores (Jauregui, 2024). Aún incluso, durante los años 30's, en la antigua periferia de la ciudad, transitaban recuas, arrieros y carretas (El foco, 2022). Sin embargo, el proceso de urbanización continuó con la entubación de los canales de la ciudad iniciado a partir de la década de los 20's del s. XX (Jauregui, 2024).

Con el auge de la sociedad porfiriana surgieron proyectos habitacionales suburbanos como los de las colonias Nápoles y Del Valle, detenidos por el proceso revolucionario de 1910, siendo retomados en 1920 y alcanzando su auge entre los años 30's y 40's (Reyna, 1991).

Este proceso de urbanización llevó a la necesidad de conectividad entre las obras del sur de la ciudad de los 50's como Ciudad Universitaria y otras en el norte de la ciudad, como el hospital La Raza, que le dieron forma a uno de los caminos que conectaban a la ciudad. Durante el gobierno de Miguel Alemán, esta carretera tomó el nombre de "Ejército Insurgente", en su tramo de Reforma a San Ángel (Barvosa, 2019). Así, surgió también la avenida del Canal de la Viga, cuyo entubado comenzó en 1921 (Jauregui, 2024).

La época de los 50's, 60's y 70's se caracterizó por un auge de la vida cultural, frívola y de esparcimiento a lo largo de la nueva avenida, con la construcción de

restaurantes, cabarets, cafés, teatros, estadios y sedes de espectáculos a los cuales acudían los habitantes de la zona. Esta época consolidó a la Avenida de los Insurgentes no solo como una avenida principal en la Ciudad de México, sino también como parte fundamental de su historia cultural, social, política y económica (de Mauleon, H. 2022).

Cuando se habla sobre el inicio del sistema de transporte público en la Ciudad se suele referirse a la época de finales de 1890, donde se encuentran los antecedentes inmediatos de los tranvías eléctricos, las concesiones de los tranvías tirados por mulas (López, 2009). El transporte eléctrico en la ciudad tuvo su auge la primera mitad del s.XX, con la introducción del modelo cero o “cerito” como se le conoce cariñosamente (Museo del transporte eléctrico, 2025).

A partir de entonces el uso del tranvía como transporte público en la ciudad cobró una enorme relevancia, siendo destinado también a diversos usos como servicios fúnebres, traslado de presidiarios, excursiones privadas y turísticas, trenes de carga en horarios contratados y como transporte presidencial (Navarro, 1990. En: López, 2009). Para 1917, prácticamente todos los puntos del área urbana estaban cubiertos por los 343 km de vías con los que contaba este transporte, cubriendo el 85% de los viajes diarios que exigían los traslados ciudadanos de aquel entonces (Navarro, 1990. En: López, 2009).

Para 1940 los autobuses comenzaban a ganar terreno con un parque vehicular de 2,502 vehículos, aproximadamente 5 veces mayor al parque de los tranvías (López, 2009).

El transporte eléctrico de la ciudad se expandió con su nacionalización el 23 de octubre de 1952, cuando el Departamento del Distrito Federal adquirió todos los bienes de la Compañía Tranvías de México, S.A. y con la promulgación de la Ley de la Institución Descentralizada del Servicio Público “Servicio de Transportes Eléctricos del Distrito Federal” (López, 2009). A partir de entonces, se implementaron también los trolebuses y posteriormente el tren ligero, que junto con los autobuses llevaron gradualmente a la inutilización de los tranvías (Navarro, 1990. En: López, 2009).

Esta conformación del sistema de transporte cambió, cuando se introdujo el Sistema de Transporte Colectivo (STC) en 1969 con la inauguración de la primera línea de la Ciudad, la cual contó con una longitud de 12.7 km y 16 estaciones en su recorrido. Para 1982 se encontraban inauguradas 3 líneas, las cuales, conjuntamente tenían 41.1 km y 48 estaciones, durante esta época y hasta 1990 se alcanzó un crecimiento de 10 km anuales (Baurer, M. 1990).

La construcción del sistema se rige por el “Plan Rector de Desarrollo”<sup>24</sup>, sin embargo y pese a que la preocupación central, desde el principio, ha sido resolver los problemas de tránsito de la superficie, el plan se ha revisado varias veces e intenta cubrir las necesidades de transporte y los cambios de patrones, pero sus modificaciones han respondido mucho más significativamente a las restricciones financieras (Baurer, M. 1990).

El plan original contemplaba 655 km con 34 líneas. Para 1990 se proyectaba que en 2010 se contaría con una red de 315 km con 15 líneas, 247 estaciones, 838 trenes y 30 terminales. (Baurer, M. 1990). Actualmente, el metro cuenta con un total de 12 líneas, 226.48 km y 195 estaciones (STC, 2025).

La forma de integrar al sistema con el resto de los servicios públicos de la ciudad, también se ha modificado. El plan original contempló desde su inicio la coordinación con el sistema urbano de autobuses Ruta 100. Este plan se siguió hasta 1988 cuando el sistema atendía 525 millones de pasajeros al año, y que utilizaban las 15 terminales de transferencia que ocupaban 292,000 m<sup>2</sup> (Baurer, M. 1990). Hoy en día el sistema administra 45 Centros de Transferencia Modal, que ocupan tanto transportes concesionados de taxis colectivos (combis), microbuses y autobuses, así como vehículos de administración pública del sistema de la Red de Transporte Público de Pasajeros (RTP) (Avilés, 2018).

La red de transporte público articulada a través de sus distintas modalidades en el espacio urbano de la Ciudad de México ha ejercido una importante dinámica de

---

<sup>24</sup> Actualmente la coordinación del plan rector está a cargo del STC, sin embargo, en un inicio la coordinación del plan se encontraba a cargo de la extinta Comisión de Vialidad y Transporte Urbano del Distrito Federal (COVITUR) de 1978 y hasta 1996 (Jiménez, 2023).

reestructuración urbana conectando distintas zonas económicas y periféricas de la zona metropolitana (Martínez, 2018).

Este sistema se divide, por la forma en que se administra, entre el transporte particular y el transporte público de la Ciudad de México que integra el STC, el Servicio de Transportes Eléctricos (STE), el Metrobús (MB) y los autobuses de la Red de Transporte Pasajeros (RTP); Son parte del transporte público el transporte concesionado integrado por microbuses, autobuses, combis y taxis (López, 2009).

Esta red se ha constituido a través de la mediación articulada entre organizaciones e instituciones de la ciudad, debido a que las relaciones entre gobierno y organizaciones depende de los acuerdos y de las relaciones políticas construidas en su contexto y temporalidad cada mediación es distinta (Martínez, 2018).

Pese a ello, la infraestructura existente del transporte masivo se concentra en las alcaldías que constituyen a la Ciudad de México donde se encuentra el 83% de ella, mientras que el estado de México cuenta con tan solo el 17% (Avilés, 2018). Esta distribución refleja la inequidad en el acceso al transporte masivo, reduciendo el acceso a la movilidad y al derecho a la ciudad.

Los más de 12 millones de personas que habitan fuera de la Ciudad de México, 57% de la población de la ZMVM, cuentan con una menor cobertura al transporte que los 9.2 millones de la Ciudad. De acuerdo con la OCDE (2015) solo el 25% de la población que habita la ZMVM, vive en un radio de un kilómetro de alguna estación de transporte.

El crecimiento poblacional y urbano de la ciudad, se ha dado en gran medida en las zonas fuera de la Ciudad de México, debido a que tanto las regulaciones con respecto al uso de suelo como su aplicación son menos restrictivas, así como también los precios de las viviendas son más accesibles (OCDE, 2015). Este crecimiento poblacional no ha sido seguido por el acceso a mejores servicios o al empleo.

OCDE, 2015:

*“En las cuatro alcaldías centrales de la Ciudad de México se ofrece un tercio de los empleos y el 43% de los empleos del sector servicios. Como resultado, en la ZMVM, más del 40% de los habitantes cruzan al menos una frontera municipal para llegar a su trabajo”*

Esta desigualdad también se refleja en los tiempos de traslado. Mientras que el 71% de los viajes de los habitantes de la Ciudad de México gastan como máximo 1 hora para llegar a su trabajo el 62.2% de quienes habitan los municipios conurbados gastan más de 30 min en sus traslados, siendo quienes ocupan más de una hora en ese traslado más del 50% de ellos (Avilés, 2018).

Por estas razones y, pese a que la red de transporte masivo de la Ciudad de México es extensa, el transporte concesionado, los autobuses, microbuses y combis representan el 74.1% de los viajes que se realizan en la ZMVM (EOD, 2017).

Como parte del diagnóstico realizado para el “Programa Integral de Movilidad 2019-2024”(PIM) y el “Plan Estratégico de Movilidad de la Ciudad de México 2019” (PEM), se ha concluido que a 2019 los principales problemas de movilidad de la Ciudad eran:

#### *Un sistema fragmentado*

El sector movilidad de la administración pública en la Ciudad de México se componía por la Secretaría de Movilidad, un órgano desconcentrado, tres empresas públicas de transporte con administración independiente y un sistema público de bicicletas. A ello se debe sumar el sistema de parquímetros, operado por EcoParq. Sin embargo, aún la integración operativa y física es limitada entre los organismos públicos de transporte y entre los concesionarios privados de transporte público.

La fragmentación institucional, física y operativa del sistema de movilidad en la Ciudad de México, implica que las personas que realizan más transferencias modales inviertan más tiempo y dinero en sus traslados, y, en general, tengan una mala experiencia de viaje.

Esto impacta en la desigualdad de acceso entre la periferia del Estado de México y las personas de la Ciudad, dando como resultado los datos sobre la cantidad de tiempo que invierten los habitantes de cada zona, así como también la accesibilidad.

Además, en la Ciudad de México operan otros servicios que cubren viajes de distancias cortas. Por un lado, hay servicios formales que operan en la zona central de la ciudad que se regularon en 2019 y aún están en proceso de integración al sistema de movilidad. Por otro lado, hay un gran sector de servicios de transporte individual de pasajeros, como son los bicitaxis y mototaxis, que operan en las periferias de la ciudad y que no han sido integrados formalmente a la planeación de la movilidad. Esto, aun cuando los transportes de la periferia atienden 110 mil viajes diarios y son usados mayoritariamente por mujeres que realizan viajes con motivo de cuidado y de conexión con el sistema de transporte (PIM, 2022).

De forma similar, el servicio de transporte público colectivo concesionado presenta un problema de fragmentación, ya que no opera como un sistema ordenado, a pesar de ser el servicio más importante. Este sistema está compuesto por 97 rutas, con 1,047 servicios que operan de forma desorganizada, situación derivada de títulos de concesión que no establecieron en su momento condiciones mínimas de operación, coordinación y planeación para los concesionarios de las rutas (PIM, 2022).

Aunado a lo anterior, ha habido una fragmentación intersectorial, ya que la política de movilidad no está coordinada con políticas y programas de ocupación territorial y usos de suelo, que definen el patrón de viajes de una ciudad.

### *Un sistema ineficiente*

En general las condiciones de operación del transporte público colectivo concesionado, que traslada el 80% de los viajes en transporte público de la ciudad y el 86% de la metrópoli, se traducen en una baja calidad de servicio, principalmente por contar con una flota mayoritariamente obsoleta, insegura y contaminante (PIM, 2022). Además de una operación que no considera esquemas de planeación formal, el modelo de negocio que rige a este sector se basa en ganancias individuales y

exclusivamente por personas transportadas (PIM, 2022). Lo anterior genera competencia en las vialidades por aumentar el número de personas usuarias y de ingresos, lo que desencadena en: Ascensos y descensos en lugares no autorizados, aumento en la congestión y un alto número de hechos de tránsito. Este sistema obsoleto de operación también genera costos asociados para las y los conductores, que hasta el momento no han sido tratados, pero que tienen alto impacto en su calidad de vida. Por ejemplo, incertidumbre laboral, esquemas de contratación poco justas e impactos en su salud (PIM, 2022).

La crisis del sistema de movilidad también se refleja en crecientes niveles de saturación vial, diversos estudios han calificado a la Ciudad de México como la ciudad de mayor congestión vehicular en el mundo (Tom Tom Traffic Index. En: PIM, 2019).

Esta problemática de la saturación vial genera que la velocidad de circulación se haya reducido de forma generalizada en los últimos años. En 2016 la velocidad promedio en hora de alta demanda era de 44.1 km/h, mientras que en 2018 disminuyó a 40.8 km/h (INFOVIAL, 2016; 2018). En zonas centrales y concentradoras de empleo, la velocidad promedio estimada es de 11 km/h en hora pico.

#### *El abandono de la Infraestructura y Servicios del transporte Público*

Al año 2019, 77 trenes que representan 20% de la flota total del STC Metro estaban fuera de operación. El 60% de su flota tiene al menos 35 años en operación y 21 trenes tienen menos de 5 años de vida útil. Esto se traduce en un incremento en el número de fallas operacionales, que tan solo en 2017 llegaron a 22,195,6 (PIM, 2022).

El Sistema de Transportes Eléctricos ha padecido una crisis más aguda. A principios de 2019, la totalidad de la flota de trolebuses superaba los 20 años de vida útil y su parque vehicular en operación se había reducido en 39% desde 2012, llegando a operar con un 46% de su flota vehicular. En el caso del Tren Ligero, la mitad de los

trenes se encuentra fuera de operación debido a la falta de refacciones, actualización del sistema de tracción-frenado y de otros componentes por el desgaste excesivo y la sobreexplotación a la que han sido sometidos. En la Red de Transporte de Pasajeros, el panorama no es distinto. Si bien se adquirieron unidades nuevas en 2017 y 2018, el 29% de su flota se encuentra fuera de operación y el 52% tiene menos de 5 años de vida útil restante (PIM, 2022).

En cuanto a la infraestructura ciclista, esta se forma de tramos discontinuos, que no están ligados al transporte público y no conectan con las periferias.

Sólo Metrobús se encuentra en una mejor situación, ya que 97% de su flota de autobuses se encuentra en operación, dada la inversión para su crecimiento (PIM, 2022).

El principal propósito del PIM y el PEM es resolver los problemas identificados en su diagnóstico y continuar con los planes emprendidos desde la segunda década de los 2000's, la cual marcó el inicio de un cambio en la orientación de la forma en que el gobierno de la Ciudad concibe el transporte de un modelo orientado hacia la movilidad de vehículos, a un modelo orientado hacia la movilidad de personas (Mercado, 2017 En: EVALUA, 2024).

Estos cambios han sido influidos por las presiones de la población, que dieron lugar a procesos de dialogo e incidencia de actores no gubernamentales, en acciones en materia de movilidad (EVALUA, 2024).

Como resultado de estos procesos, se tiene el cambio de la Secretaría de Transportes y Vialidad a la Secretaría de Movilidad, la redefinición de la pirámide de la movilidad para priorizar a los viajeros más vulnerables por encima de los autos particulares y la promulgación en 2014 de la “Ley de Movilidad de la Ciudad de México”, que estableció por primera vez en el país el derecho a la movilidad<sup>25</sup> y decretó la realización de un programa integral de movilidad (EVALUA, 2024).

---

<sup>25</sup> Posteriormente en 2020 se elevaría a rango constitucional el derecho a la movilidad, con la definición dada en el capítulo 7 del presente trabajo.

Además, para subsanar los problemas de fragmentación, durante 2019 la Secretaría de Movilidad llevó a cabo tres acciones. La primera fue fusionar al Organismo Regulador de Transporte (ORT) y a los Centros de Transferencia Modal (CETRAM). La segunda, fue incorporar e integrar la política pública de movilidad en bicicleta con la conformación de la nueva Dirección General de Seguridad Vial y Sistemas de Movilidad Urbana Sustentable (DGSVSMUS). Finalmente, la tercera fue crear la Dirección General de Coordinación de Organismos Públicos y Proyectos Estratégicos (DGCOPPE) con la que se coordinó la imagen unificada del sistema de movilidad y la instalación del Comité del Sistema Integrado de Transporte (SIT), así como la creación de una tarjeta integrada de transporte (Programa Integral de Movilidad, 2020).

Para restablecer la capacidad operativa del sistema de transportes eléctricos, el Gobierno de la Ciudad de México ha invertido \$1,725,000,000 para la adquisición de 193 trolebuses de última generación, 143 unidades de 12 metros y 50 trolebuses articulados de 18 metros. También, se contempló realizar mantenimiento intensivo al material rodante de Tren Ligero para mejorar la frecuencia de los trenes y así reducir aglomeraciones en estaciones y saturación en los vagones. Además, se incorporaron 70 vehículos caracterizados por su accesibilidad, mejoras tecnológicas y ambientales a la flota de 6 rutas principales de RTP (Programa Integral de Movilidad, 2020).

Para presentar los avances en las políticas y objetivos marcados para mejorar la movilidad en la Ciudad de México, en 2024 el Consejo de Evaluación del Desarrollo Social de la Ciudad de México (EVALUA) presentó la Evaluación de la política de movilidad de la Ciudad de México. Obteniendo resultados que parecen favorables hacia la integración de la red del transporte, la mitigación en la falta de acceso a la movilidad, el crecimiento de la red, entre otros indicadores cuantitativos y cualitativos.

De forma general esta evaluación enmarca como aspectos positivos la implementación, de planes y programas complementarios al “PIM” y al “PEM”, como el Plan Estratégico de Género y Movilidad 2019 (PEGM 2019), el Plan Estratégico

de Convivencia Vial 2019 (PECV 2019) y el Programa Integral de Seguridad Vial de la Ciudad de México 2021-2024 (PISVI 2021-2024).

Según el reporte de esta evaluación, los objetivos y metas establecidos por estos planes son congruentes entre sí y al diagnóstico realizado. Además, estos planes y programas establecen estrategias concretas e indicadores que permiten realizar una evaluación real en los avances de estos indicadores en los ámbitos de seguridad, accesibilidad, eficiencia, igualdad, calidad, resiliencia, multimodalidad, sustentabilidad, participación social, corresponsabilidad social e innovación tecnológica<sup>26</sup>.

Como conclusión la “Evaluación de la política de movilidad de la Ciudad de México” enmarca lo siguiente:

*“[...] la política de movilidad en la Ciudad de México ha logrado importantes avances en diversas áreas, aunque persisten desafíos significativos que requieren atención continua y esfuerzos coordinados. Las medidas implementadas hasta la fecha han contribuido a mejorar la accesibilidad, la seguridad y la sostenibilidad del transporte, pero es crucial mantener el impulso y seguir adaptando las estrategias para enfrentar los retos emergentes y asegurar una movilidad justa y eficiente para todos los ciudadanos.”*

---

<sup>26</sup> En este ámbito se resalta la implementación de las 2 líneas de una nueva modalidad de transporte para la Ciudad, el Cablebús.

#### 4.1.5.1 Tiempos de viaje



Figura. 4.45 Tiempo y Número de viajes por estrato socioeconómico (CEPAL, 2022).

De acuerdo con lo reportado por la CEPAL, de los habitantes de la Ciudad de México (sin incluir área metropolitana) el tiempo promedio de viaje en transporte público es similar para los cuatro estratos socioeconómicos reportados por la Comisión (Figura 4.45). Sin embargo, si denotan una diferencia significativa en la movilidad de las personas que componen el estrato económico bajo, pues el número de viajes realizado por los viajantes de este estrato es significativamente menor que el resto. Así mismo los datos reportados indican una menor movilidad a través del transporte público del estrato alto.

Para el caso de la movilidad a través de modos de transporte privado, sorprende que el tiempo promedio de viaje más alto sea del estrato económico alto de la población, en tanto que el mayor número de viajes realizados a través de modos de transporte privados, así como el tiempo promedio más bajo lo compone el estrato económico medio bajo (Figura 4.45).

Cuando se toma en cuenta a la población de los municipios conurbados (Figura 4.46) la proporción de la población que se mueve a través de la ciudad es similar a la proporción de la población que habita dentro de la ciudad, en cuanto a los tiempos de viaje utilizados por ambas poblaciones para llegar a su destino.



Figura. 4.46 Duración de viajes para llegar al trabajo según el área geográfica de residencia (INEGI, 2017).

#### 4.1.5.2 Género

Cuando se analiza la brecha en la movilidad entre hombres y mujeres, resalta la proporción en que existe entre el número de viajes realizados por las mujeres y hombres (Figura 4.47). A partir de la media noche existe una diferencia de más del doble y continúa aumentando hasta alcanzar su pico a las 3 de la mañana donde la proporción reportada es de 4 viajes realizados por hombres por cada viaje una mujer.

Estos no deben ser tomados de forma anecdótica, si no que se deben entender dentro del concepto del derecho a la ciudad y en la accesibilidad. Esto quiere decir que existe una inequidad en el disfrute de los servicios, eventos, espacios, etc; que se ofrecen en la Ciudad durante la noche y que existe también una brecha en la accesibilidad al transporte entre hombres y mujeres.

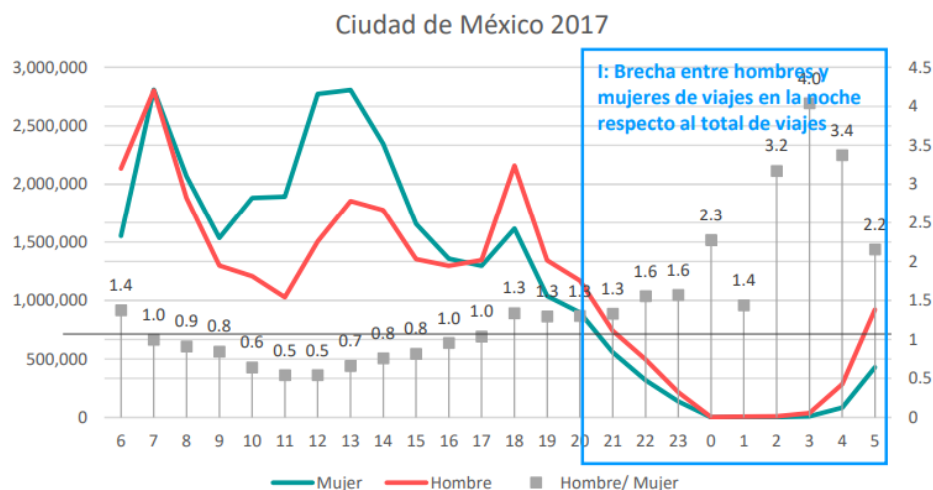


Figura. 4.47 Viajes totales según hora de inicio por sexo, Brecha entre hombre y mujeres de viajes respecto al total de viajes (CEPAL, 2022).

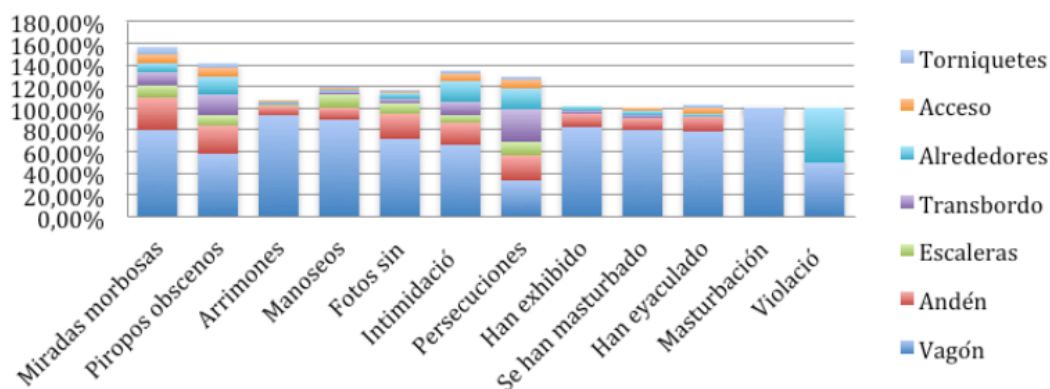


Figura.4.48 Lugares de incidencia de agresiones sexuales en el metro de la CDMX (Soto, 2017)<sup>27</sup>.

El diseño en la experiencia cobra relevancia en los temas de género relacionados al transporte público en la ciudad. Esto al analizar los espacios físicos en los cuales se presentan las agresiones sexuales a mujeres en el metro de la CDMX (Figura 4.48). Lo anterior cobra relevancia en tanto que es deber la Ingeniería de Transporte en el diseño de modos de transporte seguros, es decir, repensar el diseño de los sistemas de transporte desde esta visión.

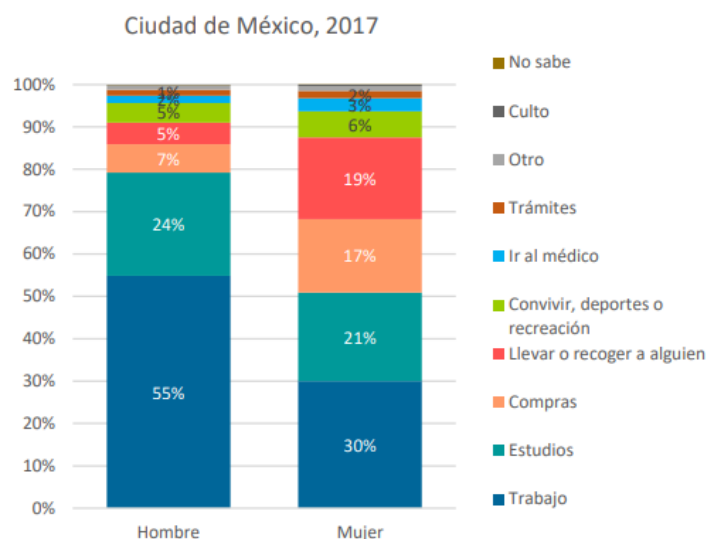


Figura. 4.49 Motivos de viaje por sexo (CEPAL, 2022)

<sup>27</sup> El porcentaje reportado por Soto (2017) en algunos de los incidentes reportados es superior al 100% debido a que la misma mujer puede sufrir el mismo incidente, en el mismo viaje, en espacios distintos. En concordancia a la visión de la espacialización de la desigualdad como gradiente móvil, es decir, no como espacio físico, si no como la expresión social de la asimetría de poder entre hombres y mujeres.

Por último, la figura 4.49 muestra los diferentes motivos por los que se suscitan los viajes realizados por ambos, esta puede complementarse con el número de viajes realizados por las mujeres durante la mañana, el intervalo temporal en el que las mujeres se mueven hasta 2 veces más que los hombres en la Ciudad. La figura 4.49 provee una posible interpretación de esta proporción, ya que los motivos de viaje de las mujeres son más variados que el de los hombres. Aunque no es materia de este estudio descifrar la división del trabajo en hombres y mujeres, la gráfica muestra una clara disparidad en la distribución del mismo, siendo las mujeres las encargadas del traslado de personas por diversos motivos y la realización de compras.

#### 4.1.5.3 Distribución socioeconómica de la población

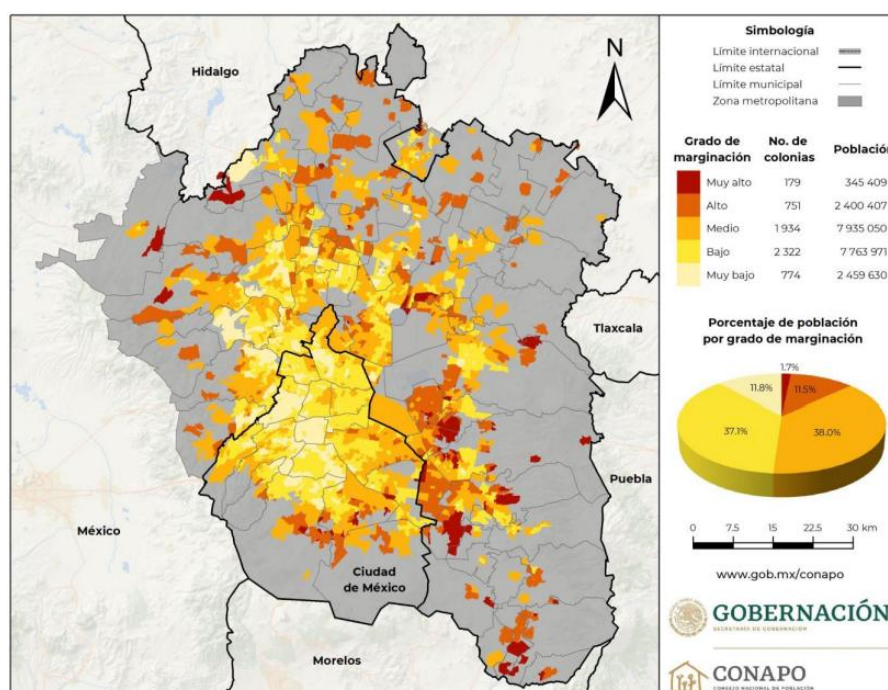


Figura 4.50 Grado de Marginación por Colonia en la ZMVM (Consejo Nacional de Población (CONAPO), 2020).

El estudio de 5,962 viviendas en la Zona Metropolitana del Valle de México realizado por el CONAPO revela que las zonas de marginación se concentran fuera de la Ciudad (Figura 4.50).

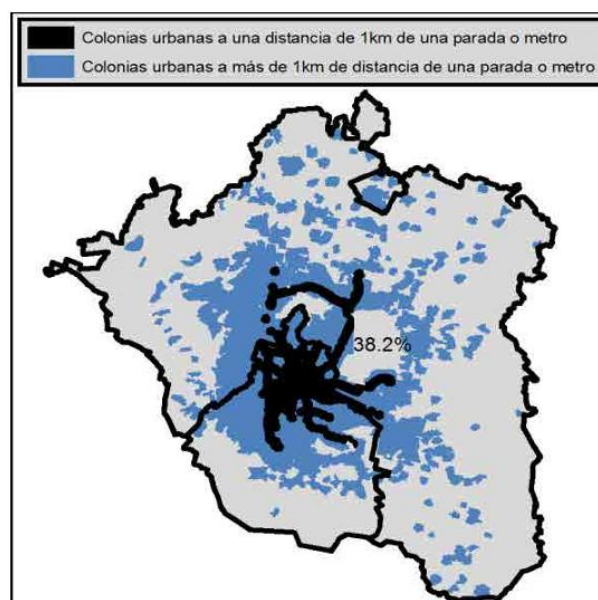


Figura. 4.51 Colonias urbanas de la ZMVM a menos de 1km de una estación de MetroBus, Metro o Tren Suburbano (OCDE, 2015).

La figura 4.50 puede ser complementada con la figura 4.51, en ellas se aprecia una concentración desigual en la accesibilidad al transporte. De esta confrontación se desprende que los índices de marginalidad más bajos se ubican en zonas donde las estaciones de metro o paradas de transporte público se hayan a una distancia menor a un kilómetro.

| Tipo y modo de transporte             | ZMVM                              |             | Ciudad de México                  |             | Municipios Conurbados del Estado de México y Tizayuca |             |
|---------------------------------------|-----------------------------------|-------------|-----------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------|-------------|
|                                       | Millones de personas <sup>1</sup> | %           | Millones de personas <sup>1</sup> | %           | Millones de personas <sup>1</sup>                     | %           |
| <b>Total</b>                          | <b>15.62</b>                      |             | <b>6.93</b>                       |             | <b>8.69</b>                                           |             |
| <b>Transporte público<sup>2</sup></b> | <b>7.96</b>                       | <b>50.9</b> | <b>3.71</b>                       | <b>53.4</b> | <b>4.25</b>                                           | <b>49.0</b> |
| Colectivo                             | 6.09                              | 76.6        | 2.55                              | 68.7        | 3.55                                                  | 83.4        |
| Taxi(calle, sitio o aplicación)       | 1.07                              | 13.4        | 0.59                              | 16.0        | 0.48                                                  | 11.2        |
| Metro                                 | 2.39                              | 30.0        | 1.33                              | 36.0        | 1.05                                                  | 24.8        |
| Metrobús o Mexibús                    | 0.62                              | 7.8         | 0.35                              | 9.4         | 0.27                                                  | 6.4         |
| Otro transporte público               | 1.20                              | 15.1        | 0.58                              | 15.6        | 0.62                                                  | 14.7        |
| <b>Transporte privado<sup>3</sup></b> | <b>3.48</b>                       | <b>22.3</b> | <b>1.75</b>                       | <b>25.2</b> | <b>1.73</b>                                           | <b>19.9</b> |
| Automóvil                             | 3.15                              | 90.5        | 1.62                              | 92.7        | 1.53                                                  | 88.4        |
| Motocicleta                           | 0.18                              | 5.1         | 0.07                              | 3.8         | 0.11                                                  | 6.3         |
| Transporte escolar                    | 0.16                              | 4.5         | 0.07                              | 3.9         | 0.09                                                  | 5.1         |
| Transporte personal                   | 0.02                              | 0.6         | 0.01                              | 0.4         | 0.02                                                  | 0.9         |
| <b>Caminar en la calle</b>            | <b>10.30</b>                      | <b>65.9</b> | <b>4.68</b>                       | <b>67.4</b> | <b>5.62</b>                                           | <b>64.7</b> |
| <b>Bicicleta<sup>4</sup></b>          | <b>0.34</b>                       | <b>2.2</b>  | <b>0.11</b>                       | <b>1.6</b>  | <b>0.23</b>                                           | <b>2.7</b>  |
| <b>Otro<sup>5</sup></b>               | <b>0.02</b>                       | <b>0.2</b>  | <b>0.01</b>                       | <b>0.2</b>  | <b>0.01</b>                                           | <b>0.1</b>  |

<sup>1</sup> La suma por modo de transporte utilizado, puede ser mayor que su total correspondiente, debido a que una persona puede emplear más de un modo de transporte.<sup>2</sup> El porcentaje de los transportes se obtiene con respecto al total de transporte público.<sup>3</sup> El porcentaje de los transportes se obtiene con respecto al total de transporte privado.<sup>4</sup> Debido a la forma en que se captó la bicicleta, no es posible distinguir si es transporte público o privado.<sup>5</sup> En la categoría "Otro" se incluye trajinera y lancha, entre otros.

Tabla 4.52 Población de 6 años y más que realizó viajes en un día entre semana, por tipo y modo de transporte utilizado en al menos uno de los tramos del viaje, según áreas geográficas de residencia (INEGI, 2017).

La tabla 4.52 muestra los volúmenes de tránsito de la ZMVM, a través de la cual se puede verificar que el transporte más utilizado por los habitantes, tanto de la ciudad como de sus municipios conurbados es el colectivo. En concordancia, la caminata continúa siendo un modo de transporte ampliamente utilizado por la población.

#### 4.1.5.4 Distribución en la infraestructura de transporte

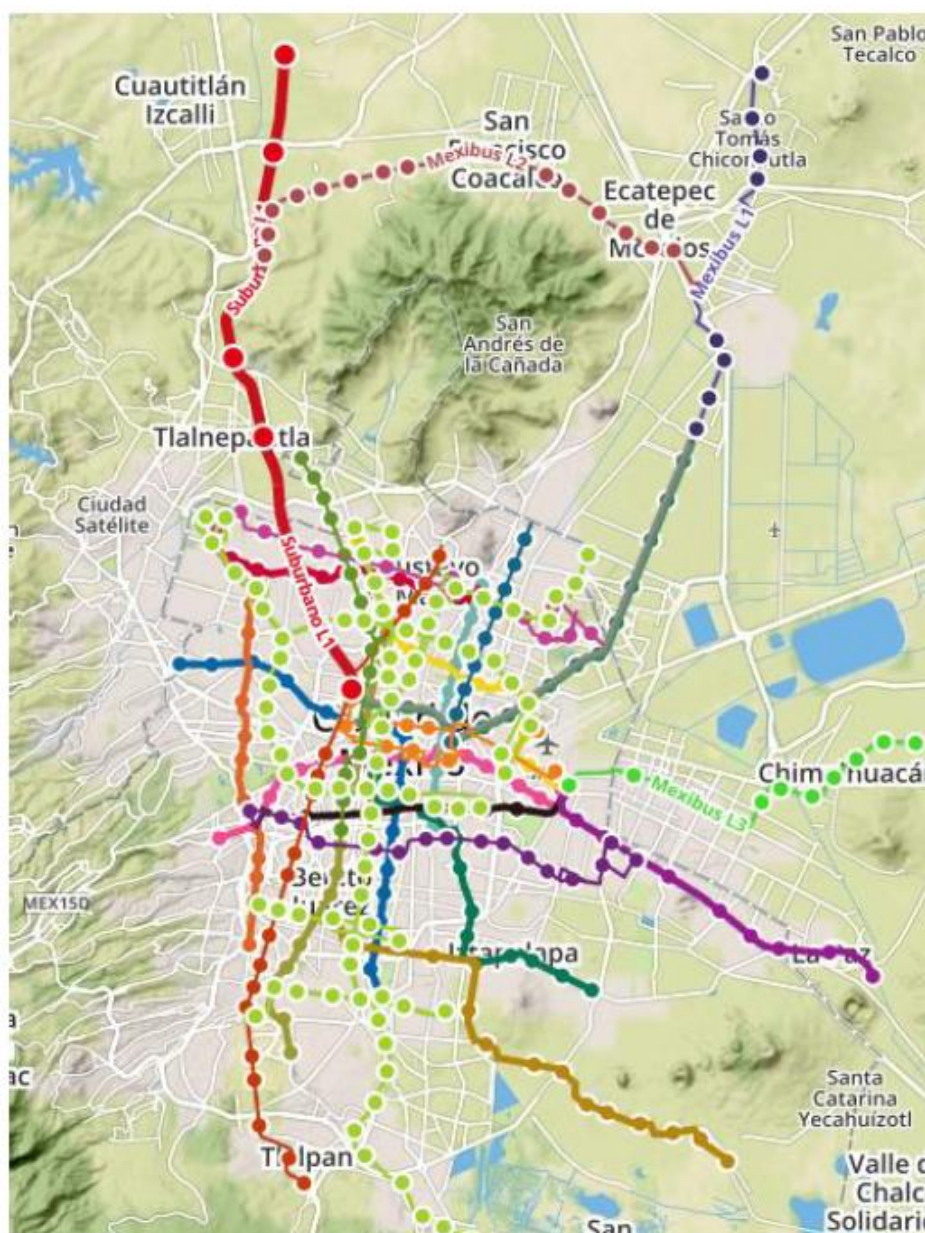


Figura. 4.53 Cobertura del Sistema de transporte Público masivo en la ZMVM (Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo México, 2017. En: Áviles, 2018).

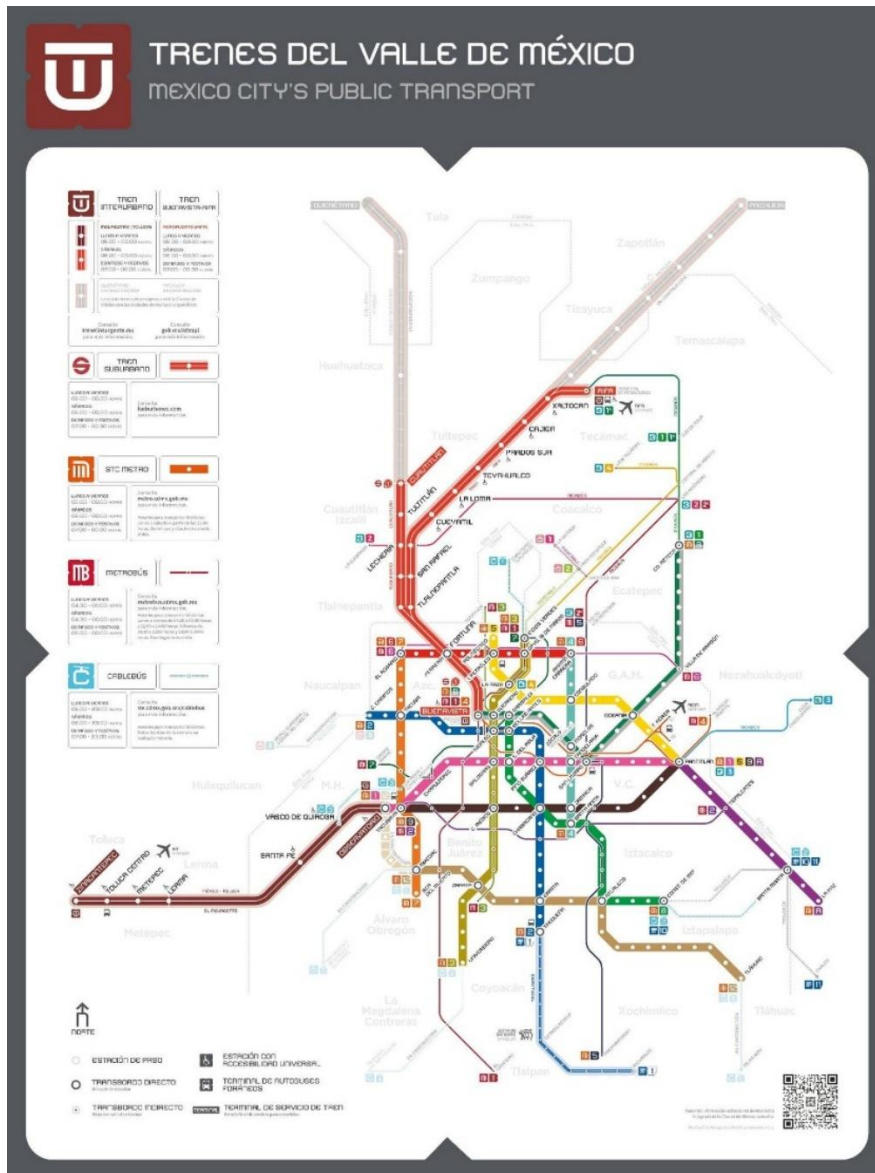


Figura. 4.54 Cobertura del transporte Público masivo en la ZMVM (N191, 2026).

A través de la comparación entre las figuras 4.53 y 4.54, se puede observar el crecimiento en la cobertura del transporte público en la Ciudad de México, resaltando la puesta en marcha de dos nuevos trenes interurbanos que conectan a la Ciudad de México con la Ciudad de Toluca y con el aeropuerto internacional Felipe Ángeles, además de la incorporación de las tres líneas de Cablebús, una línea de trolebús elevado y la ampliación de la línea 12 del metro.

#### 4.1.5.5 Volúmenes de tránsito

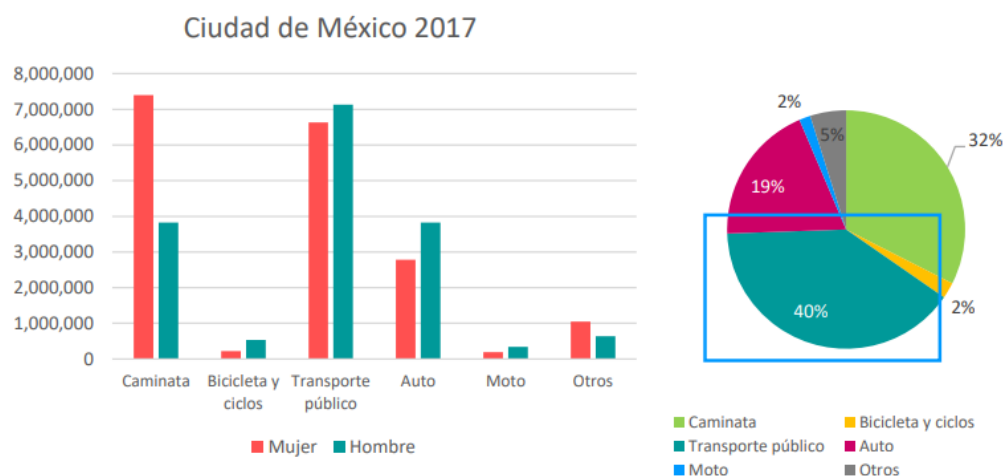


Figura. 4.55 Cantidad de Viajes por Modo y Género (CEPAL, 2022).

El reporte de la CEPAL para la Ciudad de México muestra el principal modo de transporte utilizado por sus habitantes. La figura 4.55 muestra que el 40% de los viajes realizados se hace en transporte público, mientras que el 32% se realiza en automóvil.

La figura 4.55 también muestra la inequidad en el acceso al transporte entre hombres y mujeres, las mujeres de la CDMX realizan casi dos veces más viajes caminando que los hombres, mientras que el uso de otros modos de transporte por parte de los hombres es mayor al de las mujeres.

La disparidad en el uso de estos modos de transporte es consistente a lo largo del día, tal y como se muestra en la figura 4.56, la cual muestra los volúmenes de viajes realizados a lo largo del día por ambos.

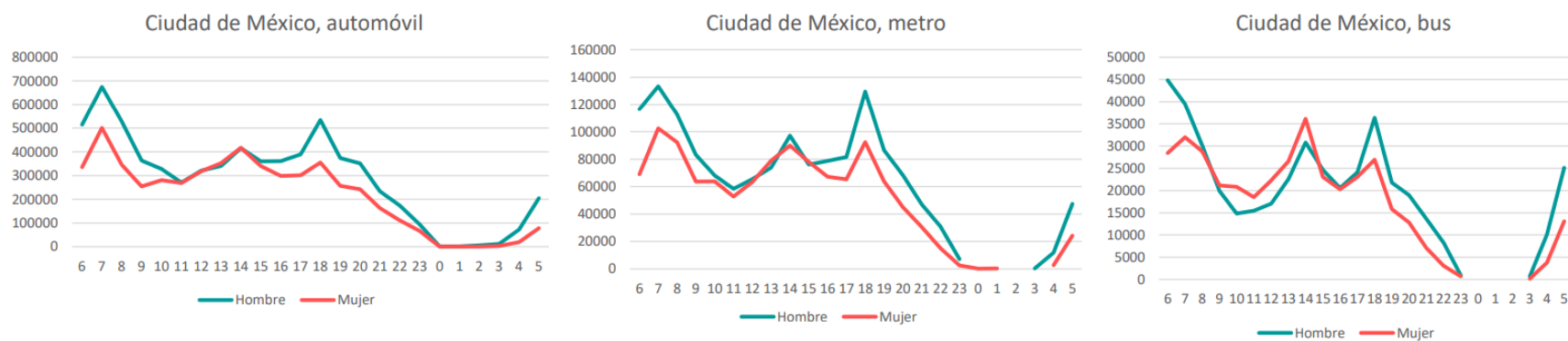


Figura. 4.56 Viajes por modo y género según horas de inicio del viaje (CEPAL, 2022).

#### 4.1.5.6 Accidentabilidad y mortalidad

A continuación, se muestra el total de los accidentes registrados por la secretaría de movilidad de la Ciudad de México (Figura 4.57), así como el número de personas fallecidas a causa de esos incidentes (Figura 4.58) al corte del segundo trimestre de 2024.

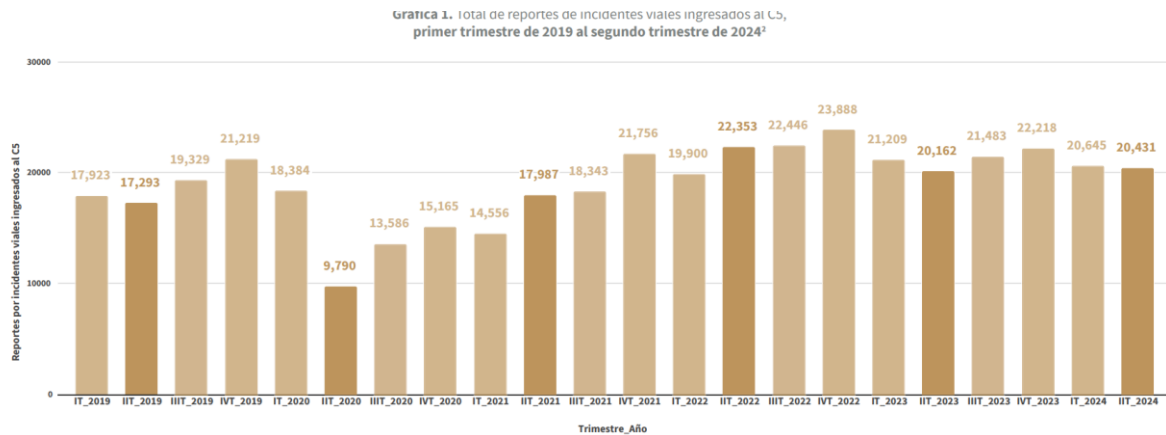


Figura. 4.57 Total de reportes de incidentes de tránsito en la Ciudad de México por trimestre de 2019 a 2024 (SEMOVI, 2024).

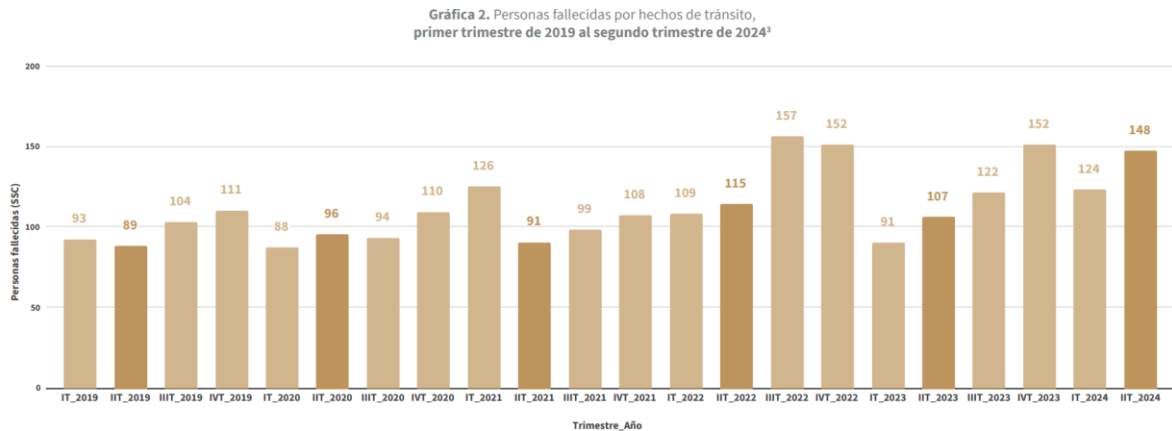


Figura. 4.58 Personas fallecidas por hechos de tránsito en la Ciudad de México por trimestre de 2019 a 2024 (SEMOVI, 2024).

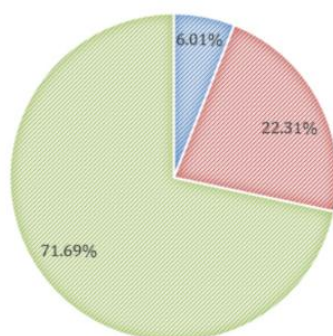
#### 4.1.5.7 Emisiones de gases de efecto invernadero

Secretaría de Medio Ambiente de la Ciudad de México, SEDEMA (2018):

*“De acuerdo con el Inventario de emisiones de la Ciudad de México, en 2018 se emitieron 22,480,079.3 toneladas de bióxido de carbono equivalente, las cuales se distribuyen de la siguiente forma”:*

#### FUENTES DE LAS EMISIONES DE CO<sub>2</sub>E EN LA CIUDAD DE MÉXICO

■ Fuentes puntuales ■ Fuentes de área ■ Fuentes móviles



Fuente: SEDEMA

Figura. 4.59 Fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero (SEDEMA, 2018).

Con el objeto de identificar el volumen de las emisiones generadas, conforme a la figura 4.59 se elaboró la siguiente tabla:

| Emisiones en la CDMX     |        |               |
|--------------------------|--------|---------------|
|                          | 100%   | 22,480,079.30 |
| <b>Fuentes puntuales</b> | 6.00%  | 1,348,804.76  |
| <b>Fuentes aérea</b>     | 22.31% | 5,015,305.69  |
| <b>Fuentes móviles</b>   | 71.69% | 16,115,968.85 |

Tabla 4.60 Volumen de las emisiones de gases de efecto invernadero  
(Elaboración propia con datos de SEDEMA).

De los datos anteriores, se desprende que la principal fuente de contaminación son las fuentes móviles es decir el transporte de la Ciudad.

## **5. Discusión de resultados**

### **5.1 Segregación espacial y accesibilidad al transporte**

De acuerdo con los datos obtenidos a partir de los apartados correspondientes a los tiempos de viaje, el nivel de ingreso de los habitantes y la distribución de la infraestructura de transporte<sup>28</sup> en cada una de las ciudades de estudio se puede observar lo siguiente:

1. Los tiempos de traslado se reducen a medida que se incrementa el nivel socioeconómico.
2. Las zonas donde viven las personas con un mayor poder adquisitivo tienen una mayor accesibilidad a las estaciones principales del transporte público que aquellas donde el nivel de ingreso es menor.

Cuando se realiza la comparación entre la evolución de la distribución socioeconómica de la Ciudad de Tokio en Japón y la distribución que existe en su infraestructura de transporte, descritas en las figuras 4.16, 4.17 y 4.18, se puede observar que muestran el incremento en el nivel socioeconómico de las zonas en donde existe una mayor concentración de la infraestructura del transporte público de la ciudad.

El caso de Ámsterdam se observa distinto, a pesar de que, al igual que en el resto de las ciudades, el nivel de ingreso en las zonas de menor accesibilidad al transporte es bajo en comparación con las que poseen una mayor accesibilidad, es la única de las cinco ciudades que posee una heterogeneidad difusa en la distribución de los niveles de ingresos de sus habitantes, al tiempo que mantiene un alto nivel de acceso a la infraestructura de transporte, en todos sus espacios.

A pesar de lo anterior, la correlación entre las observaciones descritas no necesariamente implica la causalidad de las variables que se describen. Es decir, que el aumento en los niveles de ingreso de los estratos sociales alrededor de la

---

<sup>28</sup> Sao Paulo: 4.1.1.1, 4.1.1.3 y 4.1.1.4; Tokio: 4.1.2.1, 4.1.2.3 y 4.1.2.4; Santiago: 4.1.3.1, 4.1.3.3 y 4.1.3.4; Ámsterdam: 4.1.4.1, 4.1.4.3 y 4.1.4.4; y Ciudad de México: 4.1.5.1, 4.1.5.3 y 4.1.5.4

infraestructura de transporte en las ciudades no implica que este aumento se haya dado por el acceso al transporte en sí mismo.

| Ciudad                                   | Brecha en el tiempo promedio de viaje por nivel socioeconómico <sup>29</sup> |
|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Sao Paulo (Barbosa, 2024)                | >50 min                                                                      |
| Ciudad de México (CEPAL, 2022)           | 20 min                                                                       |
| Ámsterdam <sup>30</sup> (Schroten, 2022) | ≈0                                                                           |
| Santiago (Moreno, et al., 2021)          | ≈30 min                                                                      |
| Tokio <sup>31</sup> (Kato, 2014)         | <20min                                                                       |

Tabla 5.1 Brecha en el tiempo promedio de viaje por nivel socioeconómico  
(Elaboración propia con datos de las fuentes mostradas).

Si bien es cierto que, los diferentes autores citados remarcan la importancia en el acceso al transporte para el pleno ejercicio del derecho a la ciudad como garante del acceso a más y mejores trabajos, que permite la movilidad social de los estratos económicos que las componen, también es cierto que las dinámicas sociales descritas en la historia del desarrollo urbano de las ciudades han sido marcadas por la expulsión de los estratos socioeconómicos bajos, de las zonas centrales de las ciudades hacia las periferias, así como por la segregación espacial de estos estratos, como se describió en la historia del crecimiento de Sao Paulo como zona industrial.

Por lo anterior, pese a que las zonas más económicamente desarrolladas de las ciudades son también zonas de alta accesibilidad al transporte, no es posible definir si el aumento en el nivel socioeconómico de las zonas cercanas a la infraestructura de transporte se debe al acceso de esos estratos a mejores oportunidades a partir de la accesibilidad o a los fenómenos de desplazamiento y segregación espacial que se han dado en el desarrollo urbano.

<sup>29</sup> Comparación entre el nivel de ingresos más alto vs el nivel de ingreso más bajo  
<sup>30</sup> A pesar de que existe una marcada diferencia en el nivel de ingreso de las zonas de la ciudad (Figura 4.37), esta diferencia no se refleja en los tiempos de viaje promedio reportados por cada zona (Figura 4.35)  
<sup>31</sup> Para el caso de Tokio se revisó únicamente el tiempo promedio de viaje de la periferia hacia Otemachi

Sin detrimento de lo anterior, se pueden establecer estas observaciones como variables correlacionadas que comprueban el marco teórico bajo el cual se fundamenta el aspecto socioeconómico de la presente investigación, es decir, que las variables asociadas a las características socioeconómicas de las ciudades de estudio influyen de forma real en el comportamiento de las variables técnicas de los proyectos relacionados a la Ingeniería de Transporte.

## **5.2 Modos de transporte utilizados**

De los volúmenes de tránsito obtenidos a partir de las fuentes de información consultadas se desprende que:

- a) En las ciudades de países económicamente atrasados:
  - 1. Persiste aún el uso primordial de la caminata como transporte, así como el uso de automóvil.
  - 2. Existe una predilección de los viajeros en los estratos socioeconómicos medios por el uso del transporte privado, principalmente el automóvil.
- b) En las ciudades de países económicamente más desarrollados:
  - 1. No se observa un modo de transporte predilecto común entre ambas ciudades.
  - 2. Las tasas de motorización son bajas en relación con el uso del transporte público o a transportes alternativos.

Aspectos particulares que resaltar de los resultados cualitativos y cuantitativos de las ciudades son:

### **I. Sao Paulo.**

La tasa en el uso de la caminata como transporte es particularmente alta, al igual que el uso de los autobuses y taxis colectivos, tal como lo señala el reporte de Naciones Unidas.

Aunque baja, el volumen en el uso de la motocicleta como transporte representa un volumen más representativo, en relación con las otras cuatro ciudades de estudio, en los diferentes modos de transporte usados por los

viajantes, así mismo de acuerdo al reporte de Naciones Unidas es el modo de transporte que más crece en la ciudad.

## II. Tokio.

Como se muestra en la figura. 4.20 el número de automóviles, tanto dentro de la ciudad como en el área metropolitana de Tokio, presenta una tendencia descendente.

## III. CDMX

A pesar de contar con una importante red de metro, los viajeros de la Ciudad de México se mueven principalmente en los autobuses de la zona metropolitana del Valle de México, principalmente porque la mayor parte de la población de la ZMVM provienen de los municipios conurbados del Estado de México donde persiste aún una baja accesibilidad al transporte público.

Los nuevos diagnósticos realizados desde la administración pública local muestran las diversas problemáticas que tiene la movilidad en la ciudad, la planificación por promover la integración de los modos de transporte públicos de los que disponen sus habitantes, así como su renovación y mantenimiento.

## IV. Santiago

Al igual que en la Ciudad de México y Sao Paulo, la caminata representa el principal modo de transporte entre los habitantes de la Ciudad, sin embargo, el porcentaje de viajes en bicicleta es mayor respecto a las mismas, mientras que la motocicleta no es un porcentaje representativo dentro de la movilidad de la ciudad.

Con objeto de realizar una comparación más directa en la distribución de los modos de transporte utilizados en cada ciudad se presenta la tabla 5.2:

| Ciudad                  | Caminata | Bicicleta | Transporte público | Transporte privado motorizado | Otros tipos de transporte no especificados |
|-------------------------|----------|-----------|--------------------|-------------------------------|--------------------------------------------|
| Sao Paulo (CEPAL, 2022) | 32%      | 1%        | 31%                | 29%                           | 7%                                         |
| Tokio (Jeekel, 2018)    | 5%       | 7%        | 81%                | 6%                            | 1%                                         |
| Santiago (CEPAL, 2022)  | 30%      | 4%        | 35%                | 24%                           | 7%                                         |

| Ciudad                                   | Caminata | Bicicleta | Transporte público | Transporte privado motorizado | Otros tipos de transporte no especificados |
|------------------------------------------|----------|-----------|--------------------|-------------------------------|--------------------------------------------|
| Ámsterdam<br>(Marretje O. et. al., 2024) | 30%      | 34%       | 11%                | 21%                           | 4%                                         |
| Ciudad de México<br>(CEPAL, 2022)        | 32%      | 2%        | 40%                | 21%                           | 5%                                         |

Tabla 5.2 Distribución porcentual de los modos de transporte utilizados en cada ciudad como porcentaje del total de viajes diarios (Elaboración propia con datos de las fuentes mostradas).

### 5.3 Género

La invisibilidad de la heterogeneidad en la movilidad entre hombres y mujeres, tal y como se describió en el subcapítulo dedicado al género, se resalta en el análisis de los resultados obtenidos de las diferentes ciudades de estudio.

En ellos, se observa que, en los países que no han superado las etapas atrasadas de su desarrollo económico (Ciudad de México, Sao Paulo y Santiago), las diferencias en los motivos de viaje son más visibles que en aquellos en donde se han superado estos estadios.

En última instancia, la invisibilidad de la que habla constantemente Jirón en sus artículos (2007, 2017 y 2018) se expresa en el rol que socialmente se le da a la mujer en estos países, donde el porcentaje de viajes por motivo de: dejar a alguien, compras y salud; son mayores en comparación con la de los hombres, situación que de acuerdo con Bon, et al., (2025), no es particularmente visible en Ámsterdam.

Además, la heterogeneidad en la experiencia que viven los hombres en comparación con las mujeres se resalta cuando se analizan los viajes que realizan unos y otros a lo largo del día. Claramente hay un factor externo, determinado por las relaciones de poder y las condiciones de seguridad, que experimentan las mujeres para determinar que, en los tres países económicamente atrasados las mujeres viajan hasta 4.5 veces menos que los hombres en la noche.

Aunque se carece de una explicación por la que, en el caso particular de la Ciudad de México, las mujeres se mueven más a través de la caminata y el autobús, una posible línea de investigación puede partir con el nivel de incidentes de acoso que se reportan en los vagones del metro, mostrada en la figura 4.48.

En Tokio, Japón, la espacialización de los viajes y la movilidad, de acuerdo al género se visibiliza en la distribución del destino de los viajes que realizan hombres y mujeres, mientras que las mujeres frecuentan más los espacios de la periferia de la ciudad, los hombres se mueven más en las zonas centrales de la misma, ello se debe, de acuerdo a Kawabate & Abe (2018), a la relación que existe con la distribución de los centros educativos, de cuidado así como los centros comerciales, los cuales se ubican en la periferia, mientras que los centros laborales se encuentran en los distritos centrales.

Por último, si bien es cierto que el marco teórico establecido en el subcapítulo dedicado al tema es sólido, hay que resaltar los estudios cuantitativos y estadísticos similares a los de Jinglun, Du, et al. (2021) en Ámsterdam, que muestran los factores a los que, de manera diferente, hombres y mujeres les dan importancia a la hora de elegir su modo de transporte. Así como estructurar una metodología para medir de forma cuantitativa factores cualitativos, los cuales son necesarios para determinar con mayor firmeza los factores considerados de mayor importancia por las mujeres, para así concebir diseños de experiencias que se adapten más a las características sociales de las ciudades. La metodología empleada y los resultados obtenidos en sus investigaciones merecen la pena ser replicados en el estudio de la movilidad en otros países, particularmente en México la implementación de su metodología de investigación podría revelar las razones por las cuales el índice de la caminata es particularmente alto entre las mujeres, independientemente de los niveles de acceso al transporte en la Ciudad y su zona metropolitana.

#### **5.4 Distribución en la infraestructura de transporte**

Cuando se contrapone el tamaño de la infraestructura de transporte público de cada una de las ciudades de estudio, la diferencia entre los países económicamente avanzados y los que aún transitan por etapas atrasadas de su desarrollo capitalista

resalta. Sin embargo, en comparación con las redes de Santiago y Sao Paulo la red de transporte de la Ciudad de México resulta ser más amplia.

A partir de lo anterior y del análisis realizado en el subcapítulo 5.1 se puede apreciar que la distribución de los estratos socioeconómicos que componen la población de las ciudades está aparentemente relacionada con la distribución de la red.

Si bien es cierto que, no es posible definir si el aumento en el nivel en el desarrollo económico de las ciudades se debe al acceso de su población a una mayor infraestructura de transporte, si es posible afirmar que, conforme a lo postulado por Velázquez, M. (2017), una red de transporte más amplia permite el acceso a los derechos a la movilidad y a la ciudad.

La ciudad de Sao Paulo, de entre las ciudades de estudio, es la representante más clara de lo que pasa cuando la falta de una red de transporte impide el ejercicio de estos derechos, de acuerdo al reporte de las Naciones Unidas de 2010, las dinámicas de segregación espacial promovidas por el desarrollo de zonas residenciales, separadas de las zonas marginadas, llevaron intencionalmente a que las zonas con un mayor acceso a las estaciones del metro quedaran alejadas de las zonas donde habita la población que más depende del servicio público de transporte, por lo que, debido a lo poco conveniente que resulta, para la mayoría de la población, desplazarse de su lugar de vivienda a las zonas donde se encuentran las estaciones de metro (UN-Habitat, 2010), la infraestructura del transporte público de la ciudad se encuentra subutilizada.

Por otro lado, tener una red de transporte más amplia se refleja también en la diferencia que existe en los tiempos de viaje que experimentan los habitantes de las ciudades de estudio.

Ello se refuerza al comparar los datos de la Ciudad de México (Figuras 4.45 y 4.46), con Santiago (Figuras 4.23 y 4.24) y Sao Paulo (Figuras 4.1 y 4.2) los cuales muestran los tiempos de viaje por cada estrato socioeconómico. De acuerdo con este análisis, la mayor diferencia entre los tiempos de traslado de los estratos altos y los bajos la presenta Santiago, que presenta también la red menos amplia de las

tres y la menor diferencia la presenta la Ciudad de México que tiene la red más robusta.

Finalmente, este factor influye en los niveles de motorización de las ciudades y los porcentajes que representan el uso del transporte público metro, de sus habitantes, pues se encuentra relacionado con la conveniencia en la elección del transporte. De acuerdo con Jeekel (2018), la existencia de una amplia oferta en el transporte público, en Tokio, no elimina la necesidad de contar con un transporte motorizado privado pero si resulta económicamente más conveniente y eficaz utilizar el transporte público, en cuanto a los tiempos de traslado y los costos asociados a un transporte motorizado.

### 5.5 Accidentabilidad y mortalidad

Con los datos obtenidos y haciendo uso de las ecuaciones 2.8 y 2.14 se construyeron las tasas de mortalidad y accidentabilidad de cada ciudad de acuerdo con la siguiente tabla:

| TASA DE ACCIDENTABILIDAD (Ec. 2.8) |                                     |      |                                                                    |                                   |
|------------------------------------|-------------------------------------|------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| CIUDAD                             | Accidentes por cada 100k habitantes | AÑO  | Dato y Fuente                                                      |                                   |
|                                    |                                     |      | Accidentes al año                                                  | Habitantes en ese año             |
| Sao Paulo                          | 309.16                              | 2017 | 37,000 (CEIDATA, 2025)                                             | 11.97 Millones (WPR, 2025)        |
| Tokio                              | 81.08                               | 2022 | 30,000 (Oficina de Asuntos culturales y ciudadanos de Tokio, 2023) | 37 Millones (RCN, 2020)           |
| Santiago                           | 799.99                              | 2020 | 65,000 (Maurer, 2022)                                              | 8.125 Millones (BCN, 2025)        |
| Ámsterdam                          | 103.45                              | 2022 | 1,200 (Marretje O et al., 2025)                                    | 1.16 Millones (MacroTrends, 2025) |

| TASA DE ACCIDENTABILIDAD (Ec. 2.8) |                                           |      |                       |                            |
|------------------------------------|-------------------------------------------|------|-----------------------|----------------------------|
| CIUDAD                             | Accidentes<br>por cada 100k<br>habitantes | AÑO  | Dato y Fuente         |                            |
|                                    |                                           |      | Accidentes al<br>año  | Habitantes en<br>ese año   |
| Ciudad de México                   | 914.75                                    | 2023 | 85,072 (SEMOVI, 2024) | 9.3 Millones (INEGI, 2020) |

Tabla 5.4 Tasa de accidentabilidad por ciudad (Elaboración propia con datos de las fuentes que se muestran).

| TASA DE MORTALIDAD (Ec. 2.14) |                                        |      |                                                                 |                                   |
|-------------------------------|----------------------------------------|------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| CIUDAD                        | Muertes por<br>cada 100k<br>habitantes | AÑO  | Dato y Fuente                                                   |                                   |
|                               |                                        |      | Muertes al<br>año por<br>accidentes                             | Habitantes en<br>ese año          |
| Sao Paulo                     | 6.68                                   | 2021 | 800 (Graham, 2024)                                              | 11.97 Millones (WPR, 2025)        |
| Tokio                         | 0.43                                   | 2022 | 160 (Oficina de Asuntos culturales y ciudadanos de Tokio, 2023) | 37 Millones (RCN, 2020)           |
| Santiago                      | 18.46                                  | 2020 | 1,500 (Maurer, 2022)                                            | 8.125 Millones (BCN, 2025)        |
| Ámsterdam                     | 1.29                                   | 2022 | 15 (Marretje O et al., 2025)                                    | 1.16 Millones (MacroTrends, 2025) |
| Ciudad de México              | 5.07                                   | 2023 | 472 (SEMOVI, 2024)                                              | 9.3 Millones (INEGI, 2020)        |

Tabla 5.5 Tasa de mortalidad por ciudad (Elaboración propia con datos de las fuentes que se muestran).

Si bien es cierto que tanto las tasas de accidentabilidad y mortalidad de Ámsterdam son más altas que las de Tokio, está no representa el bajo número de incidentes al año que registra, llegando a 1,200 en 2022 de los cuales solo 15 fueron accidentes

fatales (Marretje, O. 2025), mientras que Tokio registró en 2022, según los datos de la oficina de asuntos culturales y ciudadanos de Tokio, 30,000 incidentes de tránsito, de los cuales 160 fueron mortales, esto se debe a la disparidad de población entre ellas, 37 millones de Tokio (RCN, 2020), frente a los 1.16 millones de Ámsterdam (MacroTrends, 2025).

A pesar de ello, ambas presentan una diferencia enorme frente a los 85,072 accidentes registrados por la SEMOVI de la CDMX en 2023, los 37,000 reportados por la CEIDATA en Sao Paulo (2016) y los aproximadamente 65,000 que Maurer presenta para Santiago en 2020, todas las cuales superan, para una población menor, los incidentes de tránsito registrados en Tokio.

Las diferencias en las tasas de accidentabilidad entre Tokio y Ámsterdam pueden deberse a que, mientras que en Tokio el transporte público (metro y tren) representa la mayor cantidad de los viajes realizados, los habitantes de Ámsterdam se movilizan principalmente a través de las bicicletas, lo que incrementa la demanda vehicular en la red vial de la ciudad.

Mismo tratamiento reciben los 800 muertos por accidentes de tránsito en Sao Paulo 2021 (Graham, 2024), 1,500 en Santiago 2020 (Maurer, 2022) y los 472 de la CDMX en 2023 (SEMOVI, 2024). Siendo Santiago la ciudad con la tasa de mortalidad más alta de las tres ciudades de los países económicamente atrasados.

Pese a lo anterior, los resultados obtenidos no muestran el factor de la asimilación del transporte estudiado en el capítulo “2. Movilidad Urbana”, factor que puede determinar el nivel de cumplimiento a las normativas viales de las ciudades o el diseño de los cuatro elementos propuestos en este trabajo como la base de la solución al problema de tránsito: la Ingeniería de Tránsito, la educación vial, una legislación y vigilancia adecuadas y el diseño de experiencia.

De acuerdo con los estudios realizados por Junglun, Du, et al. (2021), así como el METPEX de la Unión Europea y el Programa Integral de Movilidad de la Ciudad de México, es posible cuantificar la asimilación del transporte público si se cuenta con metodologías estructuradas para lograrlo. En concordancia a las propuestas

teóricas de Napper (2019) sobre la forma de evaluar los indicadores de la experiencia. Toda vez que la asimilación del transporte representa un factor en la solución integral al problema de tránsito expuesta por Cal y Mayor (2018).

En decir que, si bien los resultados obtenidos en este rubro muestran una visión objetiva del problema de la accidentabilidad y la mortalidad desde el punto de vista cuantitativo, carecen de una interpretación de los factores sociales que intervienen en las condiciones especiales sobre las que se da la movilidad en las ciudades, dicho de otra manera, la forma en que intervienen las interacciones sociales, las decisiones de las personas, los motivos de viaje, etc; en el desarrollo de los accidentes que ocurren en la movilidad.

## 5.6 Emisiones de gases de efecto invernadero

| Ciudad                 | Emisiones de CO2<br>(kton) | Emisiones per capita<br>(Ton/hab) |
|------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| Sao Paulo              | 41,000.00                  | 3.42                              |
| Tokio                  | 210,000.00                 | 5.67                              |
| Santiago <sup>32</sup> | 16,349.29                  | 2.01                              |
| Ámsterdam              | 870.00                     | 0.75                              |
| Ciudad de México       | 16,115.97                  | 1.73                              |

Tabla 5.6 Emisiones de CO2 del sector transporte por ciudad en 2018  
(Elaboración propia con datos de las figuras 4.11, 4.22, 4.34, 4.44 y 4.60).

Contrario a las afirmaciones de Salazar y Lezama (2018), el transporte urbano de combustión interna no necesariamente resulta ser la fuente de contaminación principal en las urbes. Tal como se observa en la Tabla 5.3 de entre las cinco ciudades estudiadas en este trabajo, con diferencia, la que más emisiones de CO2 arrojó a la atmosfera resultó ser Tokio con 210 Millones de Toneladas emitidas.

<sup>32</sup> De acuerdo con el Ministerio del Medio Ambiente de Chile esta cantidad incluye la quema de combustibles para transporte terrestre, ferroviario, marítimo, aéreo, generación eléctrica para industrias y edificaciones comerciales, públicas y residenciales. Por lo que, el total de las emisiones de CO2 provenientes de exclusivamente del transporte es menor a la cantidad indicada.

Todavía más, al realizar la comparativa de emisiones per cápita, nuevamente Tokio resulta ser la ciudad con más emisiones per cápita con 5.67 Toneladas de CO2 por habitante.

Por lo anterior, con el objeto de encontrar una posible causa a esta situación, se examinó la composición de la matriz de generación eléctrica de Japón encontrándose lo siguiente:

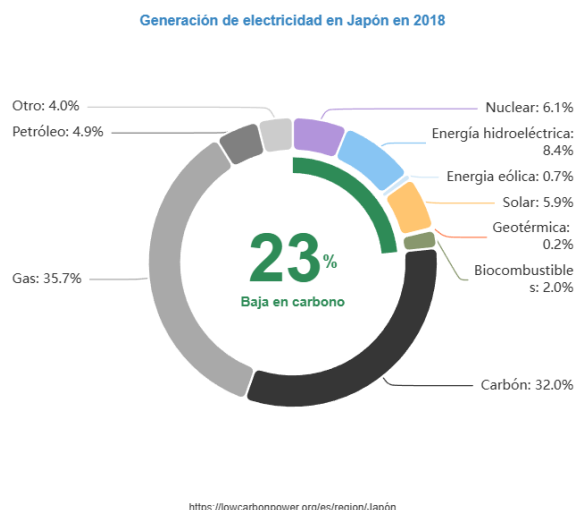


Figura 5.7 Integración de la matriz de generación eléctrica de Japón (Low Carbon Power, 2025).

Tal como se muestra en la Figura 5.6, la principal fuente de generación eléctrica en Japón, durante 2018, se obtuvo a partir de la quema de combustibles fósiles<sup>33</sup>, siendo el carbón, el gas y el petróleo los energéticos que compusieron el 72.6% del total.

<sup>33</sup> La evolución en la matriz de generación eléctrica de Japón (1977-2025), consultada en Low Carbon Power, muestra una disminución significativa en la aportación de electricidad proveniente de plantas nucleoelectricas, en el periodo posterior al 2011, como resultado del impacto que tuvo en el país el incidente de la planta nuclear de Fukushima. (Masuda, 2024)

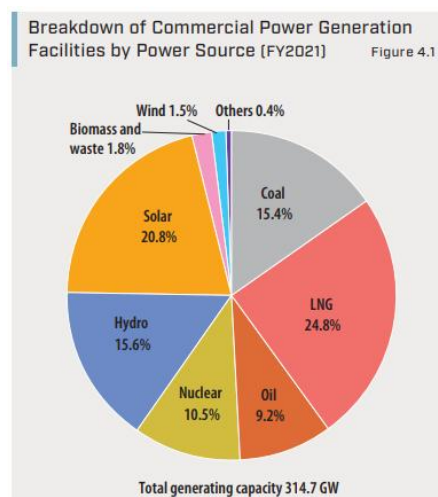


Figura 5.8 Integración de la capacidad instalada de generación eléctrica de Japón (JEPIC, 2023).

Como se muestra en la figura 5.7 la capacidad instalada para la generación eléctrica a partir de fuentes renovables y nuclear constituye el 50.8% del total. Por lo que, la preponderancia de los combustibles fósiles en la producción de energía eléctrica de Japón, que suministra de energía a la red de transporte ferroviario, persiste aún con una amplia oferta de energía renovable. Otros trabajos de investigación especializados, revisados para el análisis presentado en este subcapítulo, sugieren que la subutilización de la capacidad instalada de fuentes renovables se debe, por un lado, a la falta de confiabilidad en su producción para un suministro eléctrico constante y por el otro, a la falta de tecnologías capaces de almacenar grandes cantidades de energía eléctrica que subsanen las deficiencias de confiabilidad. Por ello, el uso de combustibles fósiles como principal fuente de generación responde a la necesidad de contar con una tecnología de generación firme, sin embargo, el estudio profundo de este análisis supera los límites del presente trabajo.

Sin detrimento de lo anterior, los resultados presentados refuerzan que, tal como Miralles (2002) propone, la sustitución tecnológica representa solo una parte de la solución a las emisiones de CO<sub>2</sub>. La sostenibilidad, como la proponen Engels (2017), Wittelegg (1997), Miralles (2002) y Robert (2020), implica la transformación de los sistemas de transporte y de los sistemas energéticos en su conjunto a partir de la transformación del modo de producción económico actual.

Por último, los datos sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas al transporte posteriores a 2018 para las ciudades de Tokio, Santiago y Ámsterdam, observados en las Figuras 4.22, 4.34 y 4.44 respectivamente; muestran una reducción en las emisiones de CO<sub>2</sub> durante el 2020, en la pandemia de COVID-19.

Al igual que lo expuesto en el subcapítulo 2.6.1 se muestra una correlación entre los indicadores de movilidad tradicionales estudiados en este trabajo y el comportamiento humano.

Por lo anterior, los resultados mostrados deben ser tomados como un indicio para tomar en cuenta los indicadores y propuestas realizadas por Whittelegg (1997) para la consecución de la sostenibilidad como objetivo.

## **6. Conclusiones**

Durante la elaboración del presente trabajo se lograron definir conceptos contemporáneos aplicados en las propuestas de solución al problema de tránsito, el diseño de los modos de transporte y la implementación de políticas públicas.

En particular, se identificó la segregación espacial como factor asociado a la accesibilidad al transporte y el derecho a la ciudad. Si bien, no fue tomado originalmente dentro de los límites de este trabajo, la investigación sobre la conformación de las ciudades de estudio mostró qué, durante los ciclos de crecimiento poblacional y económico, cada una experimentó desplazamientos de los estratos económicos bajos a partir de la llegada de asentamientos diseñados a partir de una economía de mercado, aprovechados en su mayoría por estratos económicos altos.

La invisibilidad de la heterogeneidad que se presenta en la experiencia entre hombres y mujeres se identificó en el subcapítulo “3.5 Genero y Movilidad” y mostró ser un factor determinante en el uso de la infraestructura de transporte de acuerdo a las diferencias mostradas en el número de viajes, modos de transporte y espacios de movilización entre hombres y mujeres.

El análisis de los resultados obtenidos en el punto “5.1 Segregación espacial y accidentabilidad en el transporte” muestran una visión objetiva del problema de la accidentabilidad y la mortalidad desde el punto de vista cuantitativo sin embargo, carecen de una interpretación que tome en cuenta los factores sociales que intervienen en las condiciones especiales sobre las que se da la movilidad en las ciudades, dicho de otra manera, la forma en que influyen las interacciones sociales, las decisiones de las personas, los motivos de viaje, etc; en el desarrollo de los accidentes que ocurren en la movilidad.

Estas condiciones, sumadas a las observaciones expuestas en el subcapítulo “2.6.1 Un hecho relevante sobre la velocidad” y “5.6 emisiones de gases de efecto invernadero”, indican que las variables asociadas a las características socioeconómicas de los habitantes y las actividades antropogénicas merecen una reexaminación más profunda sobre su relación con el transporte en trabajos posteriores, los cuales deberán comenzar a definir soluciones a las problemáticas encontradas, pues a partir de ellas se pueden determinar factores asociados a tiempos de traslado, modos de transporte y accesibilidad que intervienen en la toma de decisiones de la Ingeniería de Tránsito en el diseño de los proyectos de movilidad, así como por la Ingeniería de Transporte en la administración de la red vial y la infraestructura de transporte público que operan.

Lo anterior, tomando en cuenta que el estudio realizado por Jinglun, Du y colaboradores (2021) demostró que los factores que determinan la selección de los modos de transporte entre hombres y mujeres merecen un estudio más profundo pues, como sus resultados parecen sugerir, los elementos del diseño físico en la infraestructura determinan un uso diferenciado entre hombres y mujeres, abriendo oportunidades para la Ingeniería de Tránsito en el ámbito del diseño para crear, físicamente, sistemas de transporte más seguros e idóneos para ambos géneros.

Así también, estos trabajos deberán proponer una metodología para la representación gráfica de factores cualitativos a partir del modelo del Hexágono de Spindle propuesto por Napper, cuyas teorías sobre la evaluación del diseño de experiencia comienzan a ser tomadas en cuenta en estudios como el METPEX.

Con base en lo anterior, como respuesta a la hipótesis planteada referente al estudio de las políticas sobre transporte en las ciudades de estudio, las características de los modos de transporte utilizados y el contexto bajo el que se desarrollaron las soluciones propuestas en cada una; se presenta lo siguiente:

De acuerdo con los resultados de la presente investigación, las personas que habitan Tokio y Ámsterdam, donde se han implementado soluciones distintas a la solución tradicional al problema de tránsito, viven con mayor accesibilidad a la movilidad que en Sao Paulo, Ciudad de México y Santiago.

En el caso de Tokio, el uso del tren no es una solución adaptada a su proceso cultural, es el proceso cultural el que ha incorporado al tren como parte de sí a partir de la planificación estatal, que lo delimitó antes de la segunda guerra mundial como parte central de una política de industrialización y después como un símbolo de reconstrucción nacional tras su final.

En cambio, en Ámsterdam el uso de la bicicleta como solución parte de un proceso cultural, es decir, que las políticas que favorecen su uso como modo de transporte toman como base la tradición cultural de sus habitantes, al contrario de Tokio, surgen como respuesta a lo que ya era un uso general. A partir de una respuesta social en contra de su sustitución por el uso de vehículos motorizados y la utilización de los mecanismos estatales para promover la construcción de infraestructura adecuada, así como políticas que la favorezcan.

Por otro lado, el surgimiento de la electromovilidad en Ámsterdam surge casi como un proceso evolutivo, como lo muestran las tendencias actuales a incrementar el uso de bicicletas y scooters eléctricos, es decir que surgen más como solución adaptativa al modo de transporte predominante que como una sustitución al mismo.

Continuando, el caso de Santiago muestra que las políticas basadas en la visión tradicional que persiguen el éxito puramente económico, a partir de lo que se concibió en Chile como “diseño urbano de mercado” durante la dictadura de Pinochet, llevaron a una ciudad con bajos niveles de accesibilidad, baja movilidad,

una infraestructura con poco alcance y con deficiencias en el acceso a los servicios que ofrece la ciudad.

En Sao Paulo la falta de visión sobre la importancia del transporte público llevó a que los espacios no ocupados por el transporte público hayan sido ocupados por transportes irregulares y de mala calidad, como lo fueron, durante su proceso de expansión, los taxis colectivos y camiones poco adaptados, así como también al abandono de las condiciones físicas en los espacios por los que se mueven los vehículos.

Para el caso de la Ciudad de México se observa que atraviesa una nueva fase en la constitución de su infraestructura de transporte, a partir de un diagnóstico integral de su situación. La cual busca, a través de una fuerte intervención estatal, la consolidación de un sistema de transporte heterogéneo a través de: la ampliación de la cobertura de la infraestructura existente, la construcción de nuevos sistemas, como el Cablebús, la recuperación del sistema de transportes eléctricos y la creación de organismos con una aproximación diferente a la concepción del transporte a la que hasta entonces había predominado. Por lo que, los resultados de esta nueva etapa deberán ser estudiados y evaluados en futuros trabajos.

El éxito de las soluciones implementadas está determinado por la asimilación del transporte que se logre. Diseñar alternativas no consiste en copiar soluciones exitosas de forma descontextualizada, como lo demuestra el fracaso de la introducción de la bicicleta como transporte en Santiago, si no en buscar la apropiación de los habitantes que las utilizan.

Estas observaciones muestran que las soluciones al problema de tránsito no necesariamente responden a las características socioculturales de sus habitantes, si no a los procesos históricos que atraviesan y han atravesado las sociedades que las proponen. Como lo muestra Tokio, este proceso también puede ser inverso, es decir, es un proceso dialéctico entre las soluciones y los viajeros.

Este proceso dialéctico hace que el diagnóstico para encontrar si las condiciones culturales determinan a las soluciones o las soluciones determinan los procesos

culturales varíe de ciudad a ciudad, sin embargo, no se puede negar el hecho de que tanto en la literatura especializada como en los resultados observados se comprobó que las variables asociadas a las características socioeconómicas de las ciudades de estudio influyen de forma real y cuantificable en el comportamiento de las variables técnicas de los proyectos relacionados a la Ingeniería de Transporte, como el volumen de viajes, la accidentabilidad, los tiempos de traslado, las horas de mayor afluencia, la velocidad, el modo de transporte utilizado, etc.

En última instancia, el diseño que proponga la Ingeniería de Tránsito debe ser el resultado de incorporar las condiciones especiales bajo las que se desarrolla el transporte a la planificación de las soluciones y no únicamente las condiciones físicas del medio bajo el cual se desarrollarán.

Para ello, el diseño de alternativas debe ser un proceso de planificación interactivo, en constante actualización, evolución y evaluación; que busque la integración de los cuatro ejes propuestos en la investigación como bases de solución: El diseño de vialidades y proyectos (**Ingeniería de Tránsito**), proponer soluciones adecuadas a las necesidades de los viajeros (**Diseño de experiencia**), la incorporación de todos los actores que intervienen en la movilidad (**Educación vial**) y la asimilación del transporte en las ciudades (**Un marco legislativo adecuado**).

## Referencias

1. Allemand, S. (2003). *The sense of movement*. International Colloquium organised by IVM, Centre culturel international de Cerisy-la-Salle, Paris, France: Institut pour la ville en mouvement.
2. Amar, G. (2011). *Homo mobilis: La nueva era de la movilidad*. Buenos Aires, Argentina: La Crujía Ediciones.
3. Aranzeta Gutiérrez, C. (2009). *Física general*. México: McGraw-Hill.
4. Avilés Cortés, É. A. (2018). *Sistemas integrados de transporte público: situación actual en la Ciudad de México* (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México.  
<https://repositorio.unam.mx/contenidos/296988> (Recuperado el 08 de agosto de 2023)
5. Barbosa da Silva, R. (2024). *Commuting time as a barrier to urban accessibility in the São Paulo Metropolitan Region (SPMR), Brazil*. Geografares, 38. <http://journals.openedition.org/geografares/13577> (recuperado el 18 de abril de 2025)
6. Barvosa Cruz, M. (Coord. Gral.), Balladares Gómez, E., & Sosa Fuentes, S. (Coords. de publicación). (2019). *Memorias del Poniente IV: Historias de sus pueblos, barrios y colonias*. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa.
7. Basel, C. (2023, noviembre 18). *Japan's oldest monorail is permanently closing next month*. Sora News24.  
<https://soraneews24.com/2023/11/18/japans-oldest-monorail-is-permanently-closing-next-month/> (recuperado el 31 de enero de 2024)
8. Bauer, M., Quintanilla, J., Ferrando Bravo, G., & Reynoso, A. (1990). *El sistema de transporte eléctrico en el D. F: Metro*. Revista Mexicana de Sociología, 52(3), 15–34.
9. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (2025). *Santiago: Reporte Comunal*.  
[https://www.bcn.cl/siit/reportescomunales/comunas\\_v.html?anno=2020&idcom=13101](https://www.bcn.cl/siit/reportescomunales/comunas_v.html?anno=2020&idcom=13101) (recuperado el 9 de diciembre de 2025)
10. Bon, T., Bruno, M., & van Oort, N. (2025). *Three-dimensional transport poverty and its socio-demographic and urban density predictors: Spatial regression analyses of neighborhoods in the Amsterdam metropolitan area*.

Department of Transport and Planning, Faculty of Civil Engineering and Geosciences, Delft University of Technology, Delft, Países Bajos.

11. Busco, C., González, F., Carmona, P., Cancino, A., & Borja, A. (2023). *Social exclusion and the public bus system in Santiago, Chile*. Cities: The International Journal of Urban Policy and Planning.
12. CEIDATA. (2025). *Brazil Highways Statistics: Traffic Accidents: São Paulo (1998–2017)*. <https://www.ceidata.com/en/brazil/highways-statistics-traffic-accidents/highways-statistics-traffic-accidents-accidents-so-paulo> (Recuperado el 5 de agosto de 2025)
13. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2022). *Algunos rasgos de la movilidad urbana en grandes ciudades de América Latina*. CEPAL. <https://plataformaurbana.cepal.org/sites/default/files/2022-04/Algunos%20rasgos%20de%20la%20movilidad%20urbana%20en%20grandes%20ciudades%20de%20Am%C3%A9rica%20Latina.pdf> (recuperado el 5 de agosto de 2025)
14. Consejo Nacional de Población. (2022, abril). *Índice de marginación urbana por colonia, 2020 (Nota técnico-metodológica)*. México: CONAPO.
15. Coxon, S., Napper, R., & Richardson, M. (2019). *Urban mobility design*. Amsterdam: Elsevier.
16. Cooper, C., & Matsuda, K. (2016). *JR Kyushu prices IPO at top end of range to raise \$4 billion*. Bloomberg. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2016-10-17/jr-kyushu-to-price-ipo-at-top-end-of-range-to-raise-4billion> (recuperado el 13 de febrero de 2024)
17. Crespo Villalaz, C. (1979). *Vías de comunicación: Caminos, ferrocarriles, aeropuertos, puentes y puertos*. México: Limusa.
18. Cuestionone. (2019). *México, líder por fin... en tráfico*. <https://cuestionone.com/cdmx/mexico-lider-por-fin-en-trafico/> (recuperado el 25 de septiembre de 2023)
19. De Sá, T. H., Edwards, P., Pereira, R. H. M., & Monteiro, C. A. (2019). *Right to the city and human mobility transition: The case of São Paulo*. Cities, 87, 60–67.
20. Dreamstime. (2015). *Estación de metro de la calle de las cámaras – New York City*. <https://es.dreamstime.com/foto-de-archivo-estación-de-metro-de-la-calle-de-las-cámaras-new-york-city-image55075977> (recuperado el 25 de

septiembre de 2023)

21. Engels, F. (2019). *La situación de la clase obrera en Inglaterra*. México: MIA. (Obra original publicada en 1845).  
  
— (2017). *Dialéctica de la naturaleza*. Madrid: Akal. (Obra original publicada en 1925).
22. Errázuriz, T. (2017). Pasajeros. En Zunino-Singh, D., Giucci, G., & Jirón, P. (Eds.), *Términos para los estudios de movilidad en América Latina* (pp. 139–146). Buenos Aires: Biblos.
23. Evalúa Ciudad de México. (2023). *Evaluación de la política de movilidad de la Ciudad de México*. Consejo de Evaluación de la Ciudad de México. <https://evalua.cdmx.gob.mx/> (Recuperado el 20 de agosto de 2025)
24. Feddes, F., y de Lange, M. (2019). *Bike City Amsterdam: How Amsterdam Became the Cycling Capital of the World*. Ámsterdam: Sun Architecture.
25. Gil García, J. G. (2013). *Notas sobre la tipologías constructivas y sociales de cotiços en el centro de São Paulo, Brasil*. Arquetipo, (6), 83–96.
26. Graham, S. H. (2024, octubre 21). *How São Paulo cut traffic deaths by a third overnight*. Streetsblog USA. <https://usa.streetsblog.org/2024/10/21/how-sao-paulo-cut-traffic-deaths-by-a-third-overnight> (Recuperado el 5 de agosto de 2025)
27. Grava, S. (2002). *Urban transportation systems: Choices for communities*. Estados Unidos: McGraw-Hill Professional Architecture.
28. Hassing, R. (2006). *Rutas y caminos de los mexicas*. Arqueología Mexicana, 81, 54–59. <https://arqueologiamexicana.mx/mexico-antiguo/rutas-y-caminos-de-los-mexicas> (recuperado el 23 de marzo de 2025)
29. Herce Vallejo, M. (2009). *Sobre la movilidad en la ciudad: Propuestas para recuperar un derecho ciudadano*. Barcelona: Reverté.
30. Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE). (2012). *Encuesta nacional de vivienda*. [https://www.researchgate.net/figure/Annual-per-capita-income-by-subarea-in-the-Metropolitan-Region-of-So-Paulo-2012\\_fig2\\_305523013](https://www.researchgate.net/figure/Annual-per-capita-income-by-subarea-in-the-Metropolitan-Region-of-So-Paulo-2012_fig2_305523013) (recuperado el 30 de abril de 2025)

31. Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México. (2022). *Transporte*. <http://www2.iingen.unam.mx/es-mx/Investigacion/Areas/Paginas/Transporte.aspx> (recuperado el 25 de julio de 2023)
32. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020). *Censo de Población y Vivienda 2020*. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/> (recuperado el 30 de marzo de 2025)  
  
— (2017). *Encuesta Origen-Destino 2017*. [https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/eod/2017/doc/resultados\\_eod\\_2017.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/eod/2017/doc/resultados_eod_2017.pdf) (recuperado el 20 de junio de 2023)
33. Instituto Nacional de Estudios Ambientales (INEA). (2024). *Emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero en el año fiscal 2023 (Resumen)*. Japón: Oficina de Inventario de Gases de Efecto Invernadero.
34. Islas Rivera, V., & Lelis Zaragoza, M. (2007). *Análisis de los sistemas de transporte. Volumen 1: Conceptos básicos*. Querétaro: Instituto Mexicano del Transporte, SCT.
35. Japan Electric Power Information Center Inc. (JEPIC). (2023). *The electric power industry in Japan 2023*. Japón: JEPIC. <https://www.jepic.or.jp/en/data/pdf/epijJepic2023.pdf> (Recuperado el 13 de diciembre de 2025)
36. Japan Experience. (2024). *Descubre la línea automatizada Yurikamome de Tokio: tu enlace panorámico con Odaiba y Toyosu*. <https://www.japan-experience.com/es/preparar-viaje/japon-en-tren/transportes-tokio/yurikamome> (Recuperado el 16 de abril de 2026)
37. Jauregui, I. (2024). *Así era navegar en los barcos de vapor del canal de la Viga*. Travesías. <https://www.travesiasdigital.com/destinos/mexico/centro-y-golfo/ciudad-de-mexico/asi-eran-navegar-en-los-barcos-de-vapor-del-canal-de-la-viga/> (recuperado el 23 de marzo de 2025)
38. Jeekel, H. (2018). *Sustainable and smart mobility in Japan* (Reporte de estudio de campo). <https://labverantwoordemobiliteit.nl/wp-content/uploads/2021/12/SUSTAINABLE-AND-SMART-MOBILITY-IN-JAPAN-DEF-REPORT.pdf> (recuperado el 20 de abril de 2025)
39. Jiménez Alcázar, J. (2023). *Plan STC Metro largo plazo*. Asociación Mexicana de Ferrocarriles. <https://amf.org.mx/wp-content/uploads/2023/04/2.%20Pasajeros/Dia%202/0945%20-%201100%20Plan%20STC%20Metro%20Largo%20Plazo/Plan%20STC%2>

0Metro.pdf (Recuperado el 10 de abril de 2025)

40. Jirón, P. (2018). Género. En Zunino-Singh, D., Giucci, G., & Jirón, P. (Eds.), *Términos para los estudios de movilidad en América Latina* (pp. 73–80). Buenos Aires: Biblos.  
  
— (2007). *Implicancias de género en las experiencias de movilidad cotidiana urbana en Santiago de Chile*. Revista Venezolana de Estudios de la Mujer, 12(29), 173–197.
41. Jirón, P., & Zunino-Singh, D. (2017). *Movilidad urbana y género: Experiencias latinoamericanas*. Revista Transporte y Territorio, (16), 1–8.
42. Julià Sort, J. (2006). *Redes metropolitanas*. España: Agencia Barcelona Regional.
43. Kato, H. (2014). *Urban rail development in Tokyo from 2000 to 2010*. International Transport Forum Discussion Papers, No. 2014/05. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/5jz40rjddtf4-en> (recuperado el 13 de febrero de 2024)  
  
— (2016). *Challenges in better co-ordinating Tokyo's urban rail services*. International Transport Forum Discussion Papers, No. 2016/19. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/64260e61-en> (recuperado el 13 de febrero de 2024)
44. Kaufmann, V., & Bergman, M. M. (2004). *Motility: Mobility as capital*. International Journal of Urban and Regional Research, 28(4), 745–756.
45. Kawabata, M., & Abe, Y. (2018). *Intra-metropolitan spatial patterns of female labor force participation and commute times in Tokyo*. Regional Science and Urban Economics. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166046217301874> (Recuperado el 10 de agosto de 2024)
46. Kurimoto, S. (2015). *Japan rail company diversifies its way around disadvantages*. Nikkei Asian Review. <https://asia.nikkei.com/Business/Companies/Japan-rail-company-diversifies-its-way-around-disadvantages> (recuperado el 13 de febrero de 2024)
47. Leite, M. E. (2008). *Favelas en ciudades medias brasileñas: Expansión y dificultad de medidas de control*. Biblio 3W, Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales, XIII(793). <http://www.ub.es/geocrit/b3w->

793.htm (Recuperado el 30 de enero de 2026)

48. Leite Pazini, V., Debone, D., & Georges, S. (2020). *Emisiones de gases de efecto invernadero en el estado de São Paulo: Análisis del sector transporte e impacto en la salud*. Brasil: Universidad Federal de Sao Paulo, Laboratorio de Economía del Departamento de Contaminación Ambiental.
49. Lomelí Covarrubias, A. (2022). *Expansión urbana y transporte*. México: Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano.
50. López Correa, V. (s. f.). *Torre Manacar: La historia de su transformación*. México Desconocido. <https://www.mexicodesconocido.com.mx/torre-manacar.html> (recuperado el 30 de enero de 2024)
51. López Domínguez, R. (2018). *Ingeniería de Tránsito: Gestión de la movilidad y seguridad vial*. México: Editorial Flores.
52. López Olvera, M. A. (2009). *El transporte de pasajeros y el sistema vial en la Ciudad de México*. Instituto de Investigaciones Jurídicas, UNAM. <https://repositorio.unam.mx/contenidos/5030752> (Recuperado el 10 de abril de 2025)
53. Low-Carbon Power. (2025). *Matriz energética de Japón*. <https://lowcarbonpower.org/es/region/Jap%C3%B3n> (Recuperado el 13 de diciembre de 2025)
54. Líder Empresarial. (2022). *Operativo vial: Estas son las calles que cerrarán durante el FCZ 2022*. <https://www.liderempresarial.com/operativo-vial-estas-son-las-calles-que-cerraran-durante-el-fcz-2022/> (recuperado el 25 de septiembre de 2023)
55. Luxemburgo, R. (1913). *La acumulación del capital*. España: Edicions Internacionals Sedov.
56. MacroTrend. (2025). *Amsterdam, Netherlands metro area population (1950–2025)*. <https://www.macrotrends.net/global-metrics/cities/21930/amsterdam/population> (recuperado el 2 de noviembre de 2025)
57. Makito, S., & Correa, J. (2015). *La desigualdad en el acceso al transporte público en el área metropolitana de Santiago: Análisis mediante la aplicación del modelo PTAL en campamentos y villas de block*. Revista CIS, (18).

58. Martínez Hernández, A. (2013). *Estudios de Ingeniería de Tránsito Necesarios para el Proyecto de Ampliación de la Carretera La Cartonera – Yecapixtla en el estado de Morelos* (Tesis de Licenciatura). Facultad de Ingeniería, UNAM, México. p. 35.  
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100/3245/1/TESIS%20A%C3%8DD%20MH.pdf> (recuperado el 28 de julio de 2026)
59. Masuda, M. (2024, agosto). *El sector de las energías renovables en Japón*. Instituto Gallego de Promoción Económica. [https://igape.gal/images/05-mais-igape/05-05-quensomos-internacional/antenas/xapon/Nota\\_informativa\\_sector\\_energias\\_renovables\\_de\\_Japn.pdf](https://igape.gal/images/05-mais-igape/05-05-quensomos-internacional/antenas/xapon/Nota_informativa_sector_energias_renovables_de_Japn.pdf) (Recuperado el 13 de diciembre de 2025)
60. Matson, T. M., Smith, W. S., & Hurd, F. W. (1955). *Traffic engineering*. Estados Unidos: McGraw-Hill.
61. Maurer, O. (2022). *The case of Santiago de Chile: Pedestrian deaths, neo-liberal urban design and insufficient traffic policy reform* (Tesis de licenciatura). University of Mississippi.
62. Marretje Oomen, Merijn Heijnen. (2024). *Tráfico en cifras*, Ámsterdam: Autoridad local de Ámsterdam.  
<https://onderzoek.amsterdam.nl/artikel/verkeer-in-cijfers-2024>
63. Martínez Trejo, C. C. (2018). *El transporte público de la Ciudad de México: Un servicio en transición y resistencia al cambio*. En: B. López Álvarez & F. Morales (Coords.), *Problemas urbanos y del territorio* (Vol. IX). COMECOSO.
64. Memo. (2023). *Emisiones de CO<sub>2</sub> en 2020, 2021 y 2022*. Países Bajos: Departamento de Investigación y Estadística de Ámsterdam
65. Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (2023). *Sistema Nacional de Inventarios de gases de efecto invernadero*. Gobierno de Chile.  
<https://snichile.mma.gob.cl/metropolitana/> (recuperado el 2 de agosto de 2025)
66. Miralles-Guasch, C. (2002). *Ciudad y transporte: El binomio imperfecto*. España: Ariel Geografía.
67. Mohíno, I. (2021). *Ámsterdam: El camino hacia la capitalidad ciclista mundial*. En B. Ruiz-Apilánez & E. Solís (Eds.), *A pie o en bici: Perspectivas y experiencias en torno a la movilidad activa* (pp. 129–136). España: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha.

68. Montero Oropeza, J.; Pérez Gayoso, C. (2024). *Los Juegos Olímpicos de 1964 y 2021: La producción del espacio para la consolidación de Tokio, Japón, como ciudad global*. *Pucara* 1(35), 6-20.  
<https://doi.org/10.18537/puc.35.01.01> (Recuperado el 17 de abril de 2026)
69. Moreno Alba, D. F., Figueroa, Ó., & Gurdon, C. (2021). *Desigualdades urbanas: Costos y tiempos de viaje en el Área Metropolitana de Santiago*. *Revista INVI*, 36(102), 54–79. <https://doi.org/10.4067/S0718-83582021000200054> (Recuperado el 10 de marzo de 2026)
70. Morokawa, H., & Shaw, D. (1992). *Tokyo subways*. Japón: Hoikusha Publishing Co.
71. Narbaiza, F. [LABMOV, Laboratorio de Movilidad CIDI UNAM]. (2021, febrero 23). *Un ciclista en Ámsterdam* [Video]. YouTube.  
<https://www.youtube.com/watch?v=Ap4a1QAvoV4> (Recuperado el 13 de mayo de 2024)
72. OECD. (2015). *OECD Territorial Reviews: Valle de México, Mexico*. OECD Publishing.
73. Oficina de Asuntos Ciudadanos y Culturales. (2023). *Tendencias en la incidencia de accidentes de tráfico en Tokio (Índice)*. Gobierno Metropolitano de Tokio.  
[https://www.seikatubunka.metro.tokyo.lg.jp/documents/d/seikatubunka/r5\\_to\\_naijiko\\_data](https://www.seikatubunka.metro.tokyo.lg.jp/documents/d/seikatubunka/r5_to_naijiko_data) (Recuperado el 10 de agosto de 2024)
74. Oficina de Estadísticas, Ministerio del Interior y Comunicaciones de Japón. (2021). *Resultados del censo nacional de 2020 (RCN 2020)*.  
<https://www.stat.go.jp/data/kokusei/2020/kekka.html> (Recuperado el 28 de mayo de 2024)
75. Oomen, M., & Heijnen, M. (2024). *Tráfico en cifras*. Países Bajos: Departamento de Investigación y Estadística del Municipio de Ámsterdam.
76. Ortega Coronado, R. (2007). *Movilidad amable*. México: Centro de Transporte Sustentable.
77. Paumgarten, N. (2007). *There and back again: The soul of the commuter*. *The New Yorker*, 83(8), 58–70.
78. Platón. (2005). *La república*. Buenos Aires: Losada.

79. Rafael Cal y Mayor, R., & Cárdenas González, J. (2018). *Ingeniería de Tránsito: Fundamentos y aplicaciones*. Ciudad de México: Alfaomega.
80. Reyna, M. (1991). *Formación y desintegración de la Hacienda de San Francisco de Borja*. Ciudad de México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
81. Rivasplata, C. R. (2022). *Integrating bicycles and public transport in the developing world: The case of Santiago, Chile*. World Transport Policy and Practice.
82. Roberts, M. (2020). *Engels sobre la naturaleza y la humanidad*. [https://garmexicoblog.wordpress.com/2020/11/27/engels-sobre-la-naturaleza-y-la-humanidad/#\\_ftn1](https://garmexicoblog.wordpress.com/2020/11/27/engels-sobre-la-naturaleza-y-la-humanidad/#_ftn1) (Recuperado el 15 de noviembre de 2025)
83. Rosas, I. (Directora), Bautista, I. (Productor), Mauleón, H. (Investigación, guion y presentador), & Ducán, V. (Presentadora). (2022). *El Foco: Insurgentes V* [Programa]. ADN40.
84. Salazar, C. E., & Lezama, J. L. (Eds.). (2008). *Construir ciudad: Un análisis multidimensional para los corredores de transporte en la Ciudad de México* (pp. 1–6). El Colegio de México. <https://doi.org/10.2307/j.ctv3dnrdb.1>
85. Sarabia Campos, J. (2020, marzo 12). *La hacienda de La Castañeda o Xalquenco*. Desde mi faro. <https://desdemifaroblog.wordpress.com/2020/03/12/la-hacienda-de-la-castaneda-o-xalquenco/comment-page-1/> (recuperado el 30 de enero de 2024)
86. Screech, T. (2020). *Tokyo before Tokyo: Power and Magic in the Shogun's city of Edo*. Londres: Reaktion Books
87. Schroten, M. (2022). *The influence of residential and work locations on commuting durations and distances: Changes in the last decade for different income groups in Amsterdam* (Tesis de maestría). Universidad de Tecnología de Delft & Universidad e Investigación de Wageningen.
88. Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA). (2018). *Las emisiones de la Ciudad de México*. Gobierno de la Ciudad de México. [http://www.data.sedema.cdmx.gob.mx/cambioclimaticocdmx/emisiones\\_cdmx.html](http://www.data.sedema.cdmx.gob.mx/cambioclimaticocdmx/emisiones_cdmx.html) (Recuperado el 15 de abril de 2025)

89. Secretaría de Movilidad de la Ciudad de México (SEMOVI). (2024). *Reporte trimestral de hechos de tránsito*.  
[https://www.semovi.cdmx.gob.mx/storage/app/media/HT/2024/ReporteHT\\_2doTrimestre2024\\_.pdf](https://www.semovi.cdmx.gob.mx/storage/app/media/HT/2024/ReporteHT_2doTrimestre2024_.pdf) (Recuperado el 15 de abril de 2025)
- (2019). *Plan estratégico de movilidad de la Ciudad de México 2019*. Gobierno de la Ciudad de México. <https://bit.ly/3V5Nala>
- (2022). *Programa Integral de Movilidad (PIM) 2020–2024*.  
[https://www.semovi.cdmx.gob.mx/tramites-y-servicios/participa-en-proyectos-de-la-semovi/pim\\_2020\\_2024](https://www.semovi.cdmx.gob.mx/tramites-y-servicios/participa-en-proyectos-de-la-semovi/pim_2020_2024) (Recuperado el 20 de julio de 2023)
90. Seoane Lugli, V. B. (2017). *Urbanización de asentamientos informales en Sao Paulo de 2005 a 2012: Participación comunitaria y resultados* (Tesis doctoral). Universidad de Alicante.
91. Servicio de Transportes Eléctricos de la Ciudad de México. (2006). *Museo del Servicio de Transportes Eléctricos*. Ciudad de México. (recuperado el 1 de marzo de 2025)
92. Sistema de Transporte Colectivo Metro. (2025). *Cronología del Metro*.  
<https://www.metro.cdmx.gob.mx/cronologia-del-metro> (Recuperado el 10 de agosto de 2025)
93. Soto Villagrán, P. (2017). *Diferencias de género en la movilidad urbana: Las experiencias de viaje de mujeres en el Metro de la Ciudad de México*. Revista Transporte y Territorio, (16). Universidad de Buenos Aires.
94. Tenent, C. (2022, septiembre 20). *El país de las bicis: Cómo se rediseñaron los Países Bajos para adaptarse a las bicicletas*. EuroNews.  
<https://es.euronews.com/next/2022/09/20/el-pais-de-las-bicis-como-se-redisenaron-los-paises-bajos-para-adaptarse-a-las-bicicletas> (recuperado el 13 de mayo de 2024)
95. Tiempo, R. E. (2002). *Sao Paulo, urbe de los helicópteros*. El Tiempo.  
<https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-1371300> (Recuperado el 13 de septiembre de 2024)
96. Todd Chagoya, C. A. (2021). *Desarrollo regional, heterogeneidad estructural y financiamiento en las economías orientadas hacia las exportaciones: Un análisis comparativo de Chile y México (1973–2017)* (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México.

<http://132.248.9.195/ptd2021/agosto/0813901/Index.html> (Recuperado el 10 de febrero de 2023)

97. Tovey, M. (Ed.). (2012). *Design for transport*. Surrey: Gower Publishing.
98. United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat). (2010). *Sao Paulo: A tale of two cities*. Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados.
99. Uesugi, M. (2021). *Changes in occupational structure and residential segregation in Tokyo*. En M. van Ham, T. Tammaru, R. Ubarevičienė & H. Janssen (Eds.), *Urban socio-economic segregation and income inequality* (The Urban Book Series). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-64569-4\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-030-64569-4_11) (Recuperado el 25 de febrero de 2025)
100. Van Duijn, R. (1985). *Provo: De geschiedenis van de provotarische beweging 1965–1967* [Provo: La historia del movimiento provotario 1965–1967]. Amsterdam: Meulenhoff  
[https://www.dbnl.org/tekst/duyn002prov01\\_01/duyn002prov01\\_01\\_0002.php](https://www.dbnl.org/tekst/duyn002prov01_01/duyn002prov01_01_0002.php)  
(Recuperado el 1 de junio de 2024)
101. Vargas Vargas, W. E. (2012). *Ingeniería de Tránsito: Conceptos básicos*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
102. Vasconcellos, E. A. (2015). *Transporte urbano y movilidad: Reflexiones y propuestas para países en desarrollo*. San Martín: UNSAM Edita.
103. Velázquez, M. (2017). Derecho a la movilidad. En D. Zunino-Singh, G. Giucci & P. Jirón (Eds.), *Términos para los estudios de movilidad en América Latina* (pp. 65–80). Buenos Aires: Biblos.
104. Villa Pérez, O. L., Tran Duong, C., & Pino Alonso, J. R. (2021). *Sistema de indicadores de sostenibilidad para el transporte urbano: Un caso de estudio desde la ciudad de Ho Chi Minh*. Revista MADE, Universidad de Cienfuegos. <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/73918/43659>  
(Recuperado el 11 de noviembre de 2025)
105. Whitelegg, J. (1997). *Critical mass: Transport, environment and society in the twenty-first century*. Londres: Pluto Press / WWF.
106. World Population Review (WPR). (2025). *Sao Paulo Population*. <https://worldpopulationreview.com/cities/brazil/sao-paulo> (recuperado el 2 de noviembre de 2025)

