



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Propuesta de transporte
energéticamente eficiente
para la Ciudad de México**

TESIS

Que para obtener el título de
Ingeniero Eléctrico Electrónico

P R E S E N T A

Luis Enrique González Méndez

DIRECTOR DE TESIS

Dr. Sergio Quezada García



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 PROPUESTA DE TRANSPORTE ENERGETICAMENTE EFICIENTE PARA LA CIUDAD DE MEXICO que presenté para obtener el título de INGENIERO ELÉCTRICO ELECTRÓNICO 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.

LUIS ENRIQUE GONZALEZ MENDEZ

Número de cuenta: 317220959

Dedicatoria

Esta tesis se la dedico a mis abuelitos (Juaquin Arredondo y Alberto Méndez) que fueron mis segundos padres (que siempre han sido y serán una fuente de inspiración en mi vida), me enseñaron que, con constancia, responsabilidad y con dedicación se pueden cumplir los sueños. Esta tesis es para ustedes ya que sin sus consejos llenos de sabiduría y su apoyo constante a lo largo de mi vida no hubiera llegado a donde me encuentro el día de hoy.

Agradecimientos

A mi madre, por haberme apoyado en todo momento, por el inmenso amor y cariño que me brinda en momentos difíciles.

A mis tíos Martha Méndez y Trinidad Martínez por apoyarme, guiarme y aconsejarme en tomar mejores decisiones.

A mis hermanas Paola Gonzalez y Ximena Gonzalez, por siempre estar para mí.

A mis amigos Daniel Hernández y David Guzmán que fueron un pilar muy importante en el transcurso de la carrera y con los que pasé muy buenos momentos.

A mi asesor Dr. Sergio Quezada por ser un gran profesor y una gran persona.

A mi novia Cintia Mondragón por apoyarme en todo momento siendo una persona muy comprensible y amable.

Contenido

Dedicatoria.....	2
Agradecimientos	3
Resumen.....	8
1. Introducción	9
1.1. Impacto ambiental del transporte a nivel mundial	10
1.2. Impacto ambiental del transporte en México	11
1.3 Objetivo	14
2. El transporte en México	15
2.1 Consumo de energía	15
2.2 Costo del automóvil particular	17
3. El transporte en la Ciudad de México	20
3.1 Congestión vehicular en la Ciudad de México	20
3.2 El transporte público en la CDMX	23
3.2.1 Metro	23
3.2.2 Metrobús	24
3.2.3 Cablebús	25
3.2.4 Trolebús	26
3.2.5 Microbuses y vagonetas	27
3.2.6 Taxi	28
3.2.7 Taxis de plataformas.....	29
3.2.8 Ecobici.....	30
4. Análisis.....	32
4.1 Medidas para reducir la congestión vehicular	38
4.2 discusión	40
5. Recomendaciones	42
6. Conclusiones.....	44
7. Referencias.....	45

FIGURAS

FIGURA 1 CONSUMO FINAL TOTAL DE ENERGÍA A NIVEL MUNDIAL PARA EL AÑO 2022 (IEA, 2025B).	10
FIGURA 2 CONSUMO DE ENERGÍA FINAL TOTAL, POR TIPO DE ENERGÉTICO, PARA EL SECTOR TRANSPORTE A NIVEL MUNDIAL PARA EL AÑO 2022 (IEA, 2025B).	10
FIGURA 3 EMISIONES DE CO2 A NIVEL MUNDIAL PARA DIFERENTES SECTORES EN EL AÑO 2022 (IEA, 2025A).	11
FIGURA 4 EMISIONES DE CO2 POR SECTORES EN MÉXICO PARA EL AÑO 2022 (IEA, 2025D).	11
FIGURA 5 NÚMERO TOTAL NACIONAL DE VEHÍCULOS (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (INEGI), 2025 ^a).	12
FIGURA 6 VENTA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN MÉXICO (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (INEGI), 2025B).	12
FIGURA 7 CONSUMO FINAL TOTAL DE ENERGÍA PARA MÉXICO EN EL AÑO 2022 POR SECTORES (IEA, 2025C).	13
FIGURA 8 CONSUMO FINAL TOTAL DE ENERGÍA EN TRANSPORTE POR ORIGEN PARA MÉXICO EN 2022 (IEA, 2025C).	13
FIGURA 9 ESTRUCTURA DE LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA PRIMARIA EN 2023 (SECRETARIA DE ENERGÍA, 2025).	14
FIGURA 10 CONSUMO FINAL TOTAL DE ENERGÍA EN MÉXICO 2022 Y 2023 (SECRETARIA DE ENERGÍA, 2025).	15
FIGURA 11 CONSUMO FINAL TOTAL DE ENERGÍA POR SECTORES, PARA MÉXICO, EVOLUCIÓN 2012-2023 (SECRETARIA DE ENERGÍA, 2023).	15
FIGURA 12 CONSUMO ENERGÉTICO TOTAL POR SECTOR Y ENERGÉTICO EN MÉXICO, 2023 (SECRETARIA DE ENERGÍA, 2025).	16
FIGURA 13 ESTRUCTURA PORCENTUAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA EN SECTOR TRANSPORTE POR SUBSECTOR Y ENERGÉTICO 2023 (SECRETARIA DE ENERGÍA, 2025).	17
FIGURA 14 PORCENTAJE DEL SALARIO ANUAL PROMEDIO NECESARIO PARA COMPRAR Y CONDUCIR UN AUTOMÓVIL (SCRAP CAR COMPARISON LIMITED, 2025).	18
FIGURA 15 LOS PAÍSES MÁS CAROS PARA TENER UN AUTOMÓVIL (STATISTA DAILY DATA & MARÍA FLORENCIA MELO, 2023).	18
FIGURA 16 NIVEL DE CONGESTIÓN VEHICULAR EN LA CDMX DURANTE 2024 Y 2025 (TOMTOM, 2025).	20
FIGURA 17 VELOCIDAD HORARIA Y NIVEL DE CONGESTIÓN (21/03/2025, 2:40 PM) MÉXICO.	21
FIGURA 18 NIVELES DE CONGESTIÓN VEHICULAR PARA LA CDMX DURANTE UNA SEMANA A LAS 6:00 P.M. (21/03/2025, 2:40 PM).	22
FIGURA 19 MAPA DE LA RED DE TRANSPORTE PÚBLICO METRO (MARIUXX, 2025).	24
FIGURA 20 TIPOS DE TRENES (CIUDAD DE MÉXICO (CDMX), 2025A).	24
FIGURA 21 MAPA DE LA RED DE TRANSPORTE PÚBLICO “METROBÚS” (WIKIPEDIA, 2009).	25
FIGURA 22 LÍNEAS DEL CABLEBÚS (CIUDAD DE MÉXICO (CDMX), 2025).	26
FIGURA 23 MAPA DE LA RED DE TRANSPORTE PÚBLICO TROLEBÚS (CIUDAD DE MÉXICO (CDMX), 2025E).	27
FIGURA 24 TARIFAS PARA MICROBUSES, VAGONETAS Y AUTOBUSES (SECRETARÍA DE MOVILIDAD, 2026B).	28
FIGURA 25 EMISIONES DE CO2 POR CADA TRANSPORTE (VÍCTOR ALVARADO CON LA COLABORACIÓN DE VIANEY MACÍAS, 2018).	28

FIGURA 26 EMISIONES DE CO2 POR TIPO DE VEHÍCULO EN FUNCIÓN DE LA DISTANCIA RECORRIDA Y EL NÚMERO DE PASAJEROS (SECRETARÍA DE MOVILIDAD, 2026A).30

FIGURA 27 PLANES Y TARIFAS DE ECOBICI (ECOBICI, 2026).30

FIGURA 28 TARIFAS PARA PLANES DE ECOBICI (ECOBICI, 2026).31

FIGURA 29 GRAFICA COMPARATIVA DE MILLONES DE AUTOS / MILLONES DE TONELADAS DE CO2 (MARCO ANTONIO LARA RAMÍREZ / JUAN JOSÉ LI NG, 2024).32

FIGURA 30 RECORRIDO EN TRANSPORTE PÚBLICO (OBTENIDO DE LA PÁGINA GOOGLE MAPS).35

TABLAS

TABLA 1. CLASIFICACIÓN MUNDIAL DE CONGESTIÓN (TOMTOM, 2025).20

TABLA 2 TARIFAS DE TRANSPORTE DE PLATAFORMA SEGÚN DATOS DE SUS PÁGINAS OFICIALES.29

TABLA 3 EXTENSIÓN DEL TRANSPORTE PÚBLICO MASIVO (CONOCIDO) EN LA CDMX.33

TABLA 4 EMISIONES DE CO2 POR EL TRASLADO DE UN USUARIO EN LOS DIFERENTES MEDIOS DE TRANSPORTE.35

TABLA 5 COMPARACIÓN DE LOS COSTOS DE LOS MEDIOS DE TRANSPORTE.36

TABLA 6 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE TRANSPORTE.36

TABLA 7 MEDIDAS PARA REDUCIR LA CONGESTIÓN VEHICULAR38

ACRONIMOS

Bióxido de Carbono CO₂

Ciudad de México (CDMX)

Coronavirus Disease (COVID)

Estados Unidos de América (EE. UU)

Horas (hrs)

Kilometro (km)

Kilómetros por hora (km/h)

Material particulado con diámetro menor o igual a 10 micrómetros (PM₁₀)

Material particulado fino con diámetro menor o igual a 2.5 micrómetros (PM_{2.5})

Minutos (min)

Monóxido de Carbono (CO)

Norma europea de emisiones contaminantes para vehículos (Euro VI)

Óxido de nitrógeno (NO_x)

Peta Joule (PJ)

Tera Joule (TJ)

Toneladas de bióxido de carbono equivalente por mega watt-hora (tCO₂e/MWh)

Resumen

A nivel nacional, el transporte es el mayor consumidor de energía, dependiendo casi por completo de combustibles fósiles, generando grandes cantidades de CO₂. En la CDMX, la dependencia del automóvil particular ha provocado la mayor congestión vehicular a nivel mundial, como consecuencia las personas pierden más de 184 horas al año atrapadas en el tráfico. Todo esto ocurre a pesar de que poseer un automóvil particular en México requiere una inversión económica muy alta en proporción al salario mínimo. En este documento se analizan distintos medios de transporte, incluyendo el Metro, Metrobús, Cablebús, Trolebús, microbuses, taxis, plataformas digitales y el sistema Ecobici. El transporte público masivo (especialmente el Metro y el Metrobús) es más económico y emite significativamente menos CO₂ por pasajero en comparación con los vehículos particulares. Sin embargo, el transporte público masivo actual enfrenta grandes retos: la infraestructura es insuficiente para sustituir a los autos particulares, carece de mantenimiento, requiere de mayores tiempos de traslado y a menudo obliga a los usuarios a utilizar diferentes medios de transporte. Para mitigar estos problemas, se recomienda: i) invertir fuertemente en la ampliación y el mantenimiento del transporte público masivo, dándole prioridad al Metro y al Metrobús; ii) desarrollar infraestructura para la movilidad activa, creando más y mejores ciclovías y espacios peatonales seguros; iii) impulsar campañas de concientización y cultura vial para mejorar el respeto hacia los carriles exclusivos; y iv) fomentar el uso compartido del automóvil para optimizar su capacidad y reducir la congestión vehicular. La transición ciudadana del auto particular hacia el transporte público masivo y la movilidad activa debe darse de manera natural, haciéndolas alternativas más eficientes, cómodas y seguras; sin embargo, esto representa un enorme reto a mediano y largo plazo por la cantidad de personas que transitan en la CDMX.

1. Introducción

El transporte se considera el sistema circulatorio de la sociedad, es una de las actividades más importantes en la vida cotidiana por su influencia en la economía, ya que permite a las personas desplazarse; por ejemplo, a sus lugares de trabajo y a sus escuelas; además, es indispensable para que las empresas puedan proporcionar bienes y servicios. El transporte de pasajeros y de mercancías es la base de la participación social y la prosperidad de la población.

El bienestar subjetivo de una sociedad depende de múltiples factores interdependientes; el transporte, como parte de la vida cotidiana, influye en estos factores; con frecuencia las personas toman decisiones de gran impacto en su vida en relación a los medios de transporte disponibles; por ejemplo, la ubicación de una residencia, el trabajo, la educación, las actividades de ocio; en consecuencia un transporte cómodo y eficiente contribuye en alcanzar una buena calidad de vida (Munim & Noor, 2020).

Sin embargo, el transporte no es amigable con el planeta, ya que está asociado con algunas desventajas desde su construcción hasta su uso final; como la congestión vehicular, el ruido, accidentes, vibraciones y depende, en gran medida, de los combustibles fósiles provocando la contaminación del aire por emisiones de NO_x , CO , CO_2 , PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$; lo cual, causa graves daños en la salud de las personas y a la economía. El transporte también impacta en la calidad de vida de las personas y en la intensidad energética (Pietrzak et al., 2021; Tsai et al., 2021).

El transporte afecta directamente a la calidad de vida, debido a que la gran mayoría de personas no viajan con fines recreativos, lo hacen para satisfacer una necesidad y deseos específicos como lo puede ser; la atención médica, desplazarse a la escuela o al lugar de trabajo y para la compra de alimentos. Ya que solo una parte de la población tiene acceso a vehículos privados el resto de la población necesita caminar, andar en bicicleta, utilizar transporte público o compartir automóvil; por ende, existen personas que se encuentran excluidos de las oportunidades sociales y económicas; lo cual, afecta su calidad de vida (McCray, 2009).

1.1. Impacto ambiental del transporte a nivel mundial

El sector transporte es el segundo consumidor de energía en el mundo con 117,333,228 TJ (ver **Figura 1**). De esta energía el 90.6% es proveniente de productos derivados del petróleo (ver **Figura 2**).

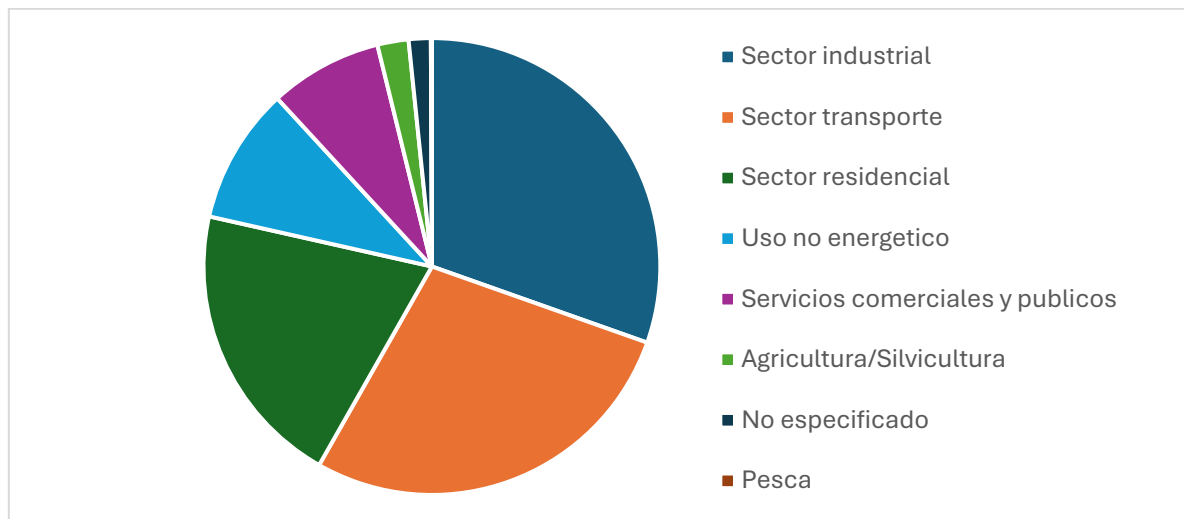


Figura 1 Consumo final total de energía a nivel mundial para el año 2022 (IEA, 2025b).

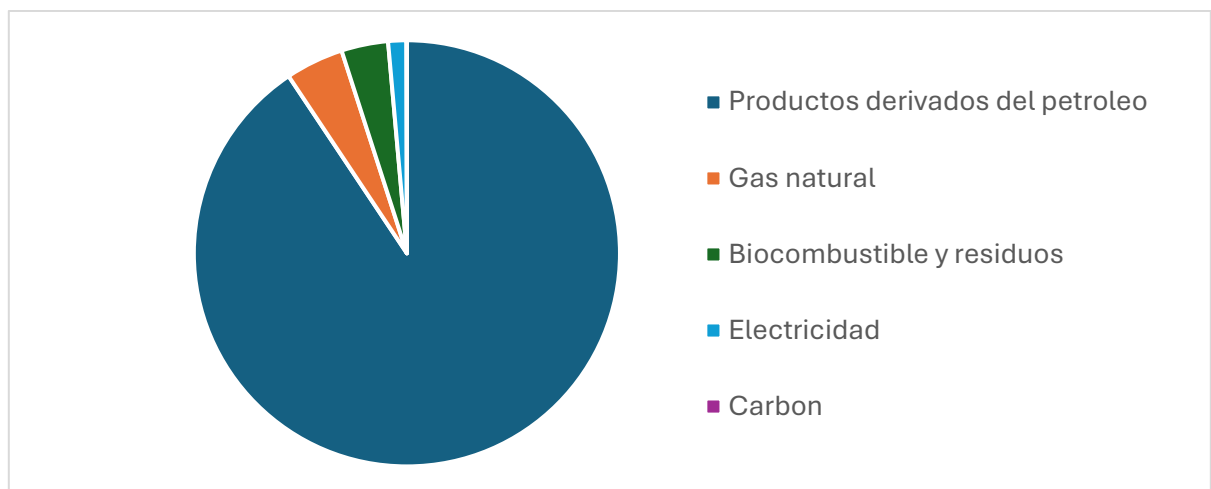


Figura 2 Consumo de energía final total, por tipo de energético, para el sector transporte a nivel mundial para el año 2022 (IEA, 2025b).

Como resultado del consumo de energía que tiene este sector, también ocupa el segundo lugar en emisiones de CO₂, ver **Figura 3**, con el 23.3% (IEA, 2025b). Las emisiones de CO₂ por sectores relacionados con la energía están completamente unidas a la estructura económica y del sistema energético. En el sector transporte la gran parte de CO₂ que se genera es

específicamente por parte de automóviles; los cuales, siguen creciendo y dependiendo, la gran mayoría, de derivados del petróleo.

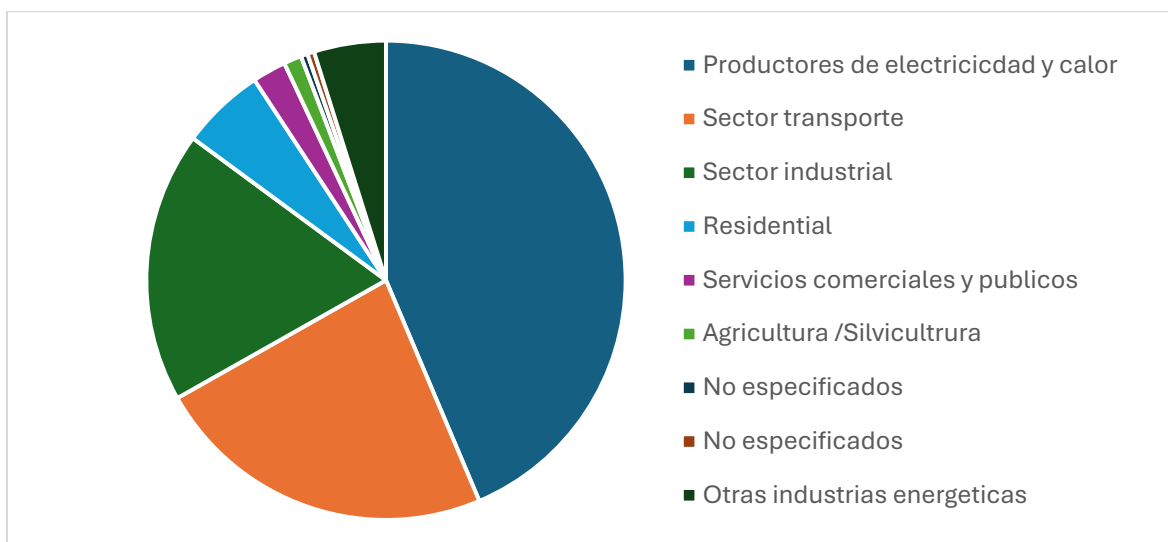


Figura 3 Emisiones de CO₂ a nivel mundial para diferentes sectores en el año 2022 (IEA, 2025a)

1.2. Impacto ambiental del transporte en México

Las emisiones de CO₂ en México se dividen en sectores; de los cuales, el sector transporte ocupa el segundo lugar en emisiones de CO₂ con el 34.2% como se muestra en la **Figura 4**. Y la tendencia es que siga aumentando el número de vehículos en México, como se muestra en la **Figura 5**. Una tendencia similar se da con los vehículos eléctricos, como se muestra en la **Figura 6** (IEA, 2025d).

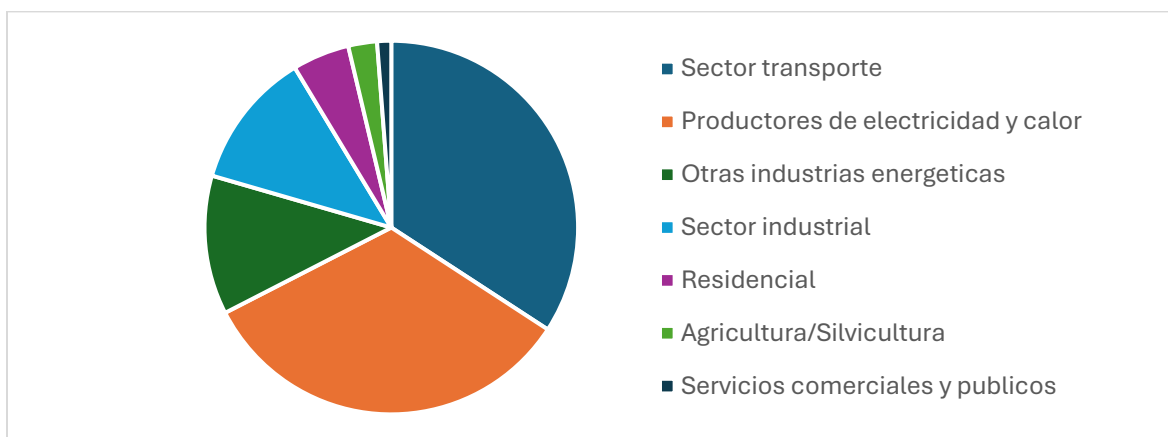


Figura 4 Emisiones de CO₂ por sectores en México para el año 2022 (IEA, 2025d).

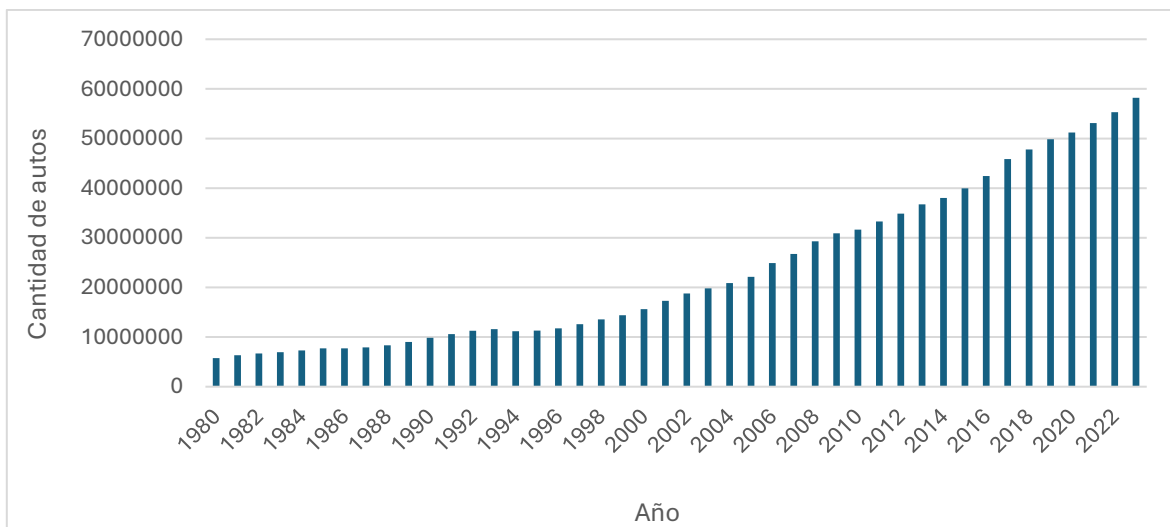


Figura 5 Número total nacional de vehículos (Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2025^a).

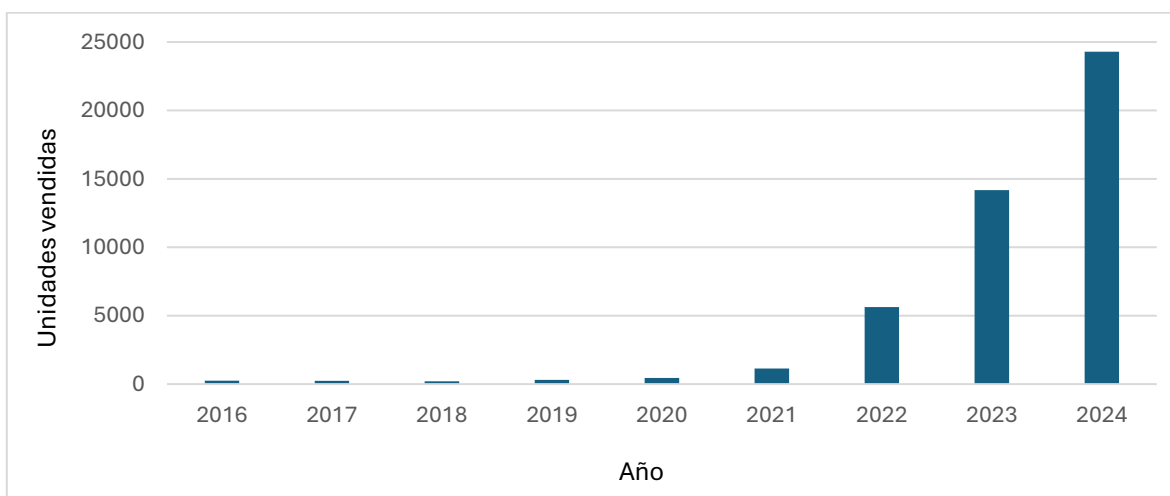


Figura 6 Venta de vehículos eléctricos en México (Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2025^b).

Por otro lado, en México el sector con el mayor consumo final total de energía es el sector transporte con 40.9%; en segundo lugar, está el sector industrial con 29.4%, y con 17.8% el sector residencial ocupa el tercer lugar (ver **Figura 7**).

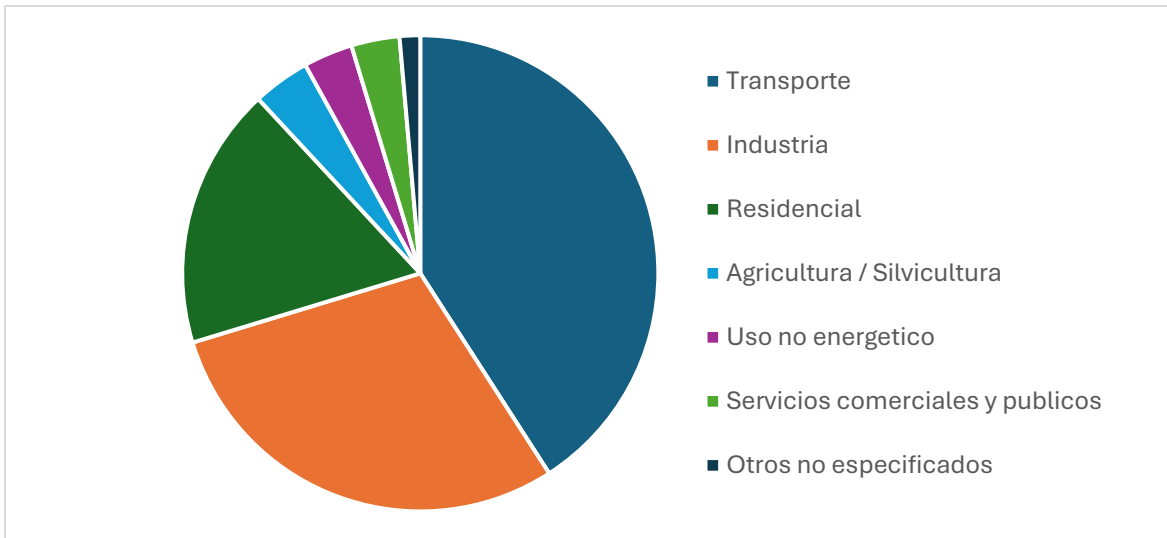


Figura 7 Consumo final total de energía para México en el año 2022 por sectores (IEA, 2025c).

La energía que se utiliza en México en el sector transporte se produce a partir del petróleo (ver **Figura 8**). Por ejemplo; para obtener la gasolina o el diésel que ocupa un automóvil, se necesita refinar el petróleo. En el caso de los autos eléctricos lo más probable es que la energía eléctrica que se utiliza sea proveniente de alguna fuente fósil ya que sólo el 17%, aproximadamente, de la energía eléctrica que se produce en el país es a partir de fuentes no fósiles (ver **Figura 9**).

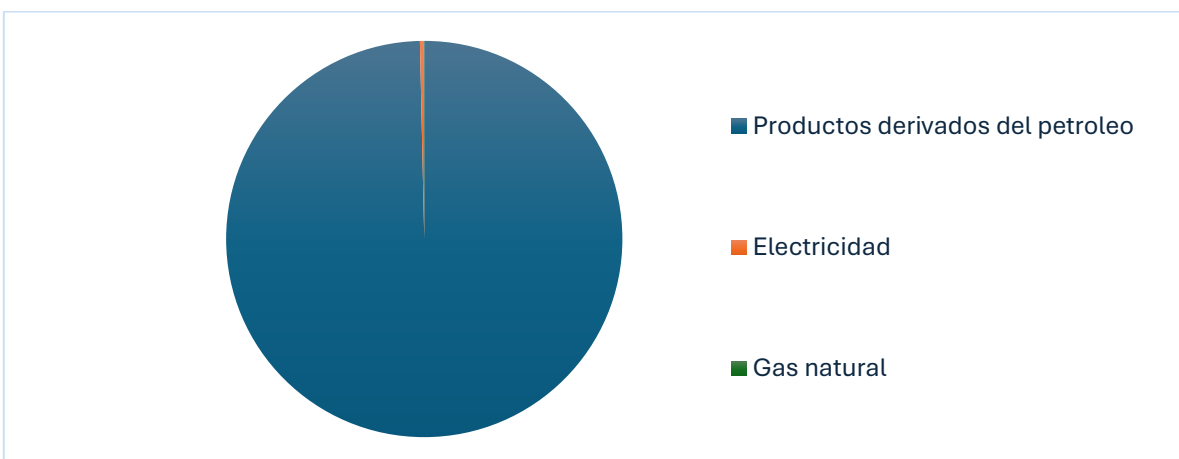


Figura 8 Consumo final total de energía en transporte por origen para México en 2022 (IEA, 2025c).

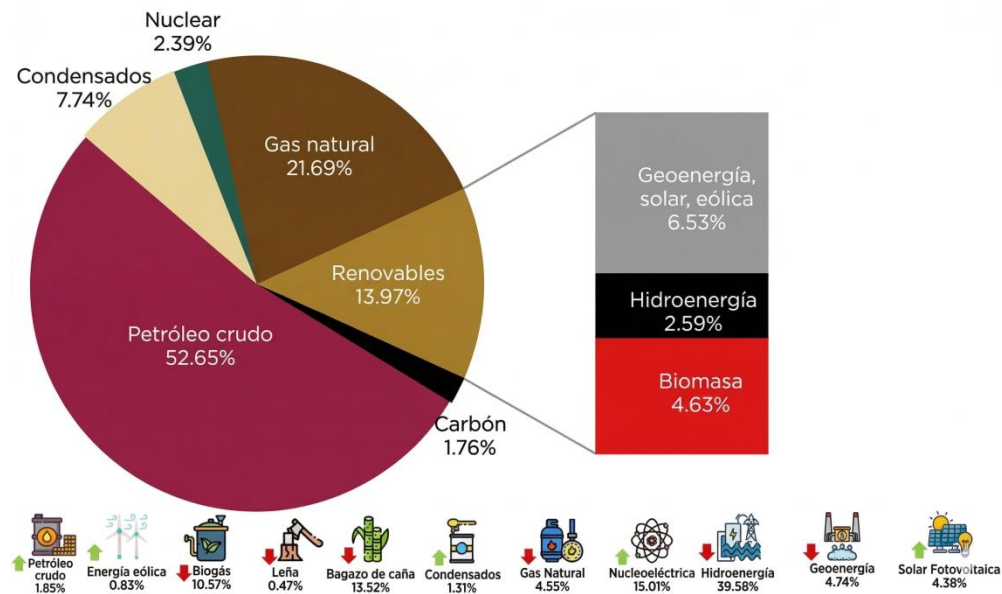


Figura 9 Estructura de la producción de energía primaria en 2023 (Secretaría de Energía, 2025).

1.3 Objetivo

El objetivo del presente trabajo es estudiar el sector transporte en la Ciudad de México (CDMX), mediante una revisión bibliográfica, para determinar el impacto ambiental y la congestión vehicular como consecuencia del aumento del número de vehículos automotor, para proponer medidas que reduzcan el tiempo de traslado, las emisiones contaminantes y los costos económicos a los usuarios.

2. El transporte en México

2.1 Consumo de energía

El consumo final total de energía en México fue de 5313.42 PJ para el 2023, siendo el 48.33% consumido en transporte y como segundo lugar, con el 23.32%, la industria (ver **Figura 10**).

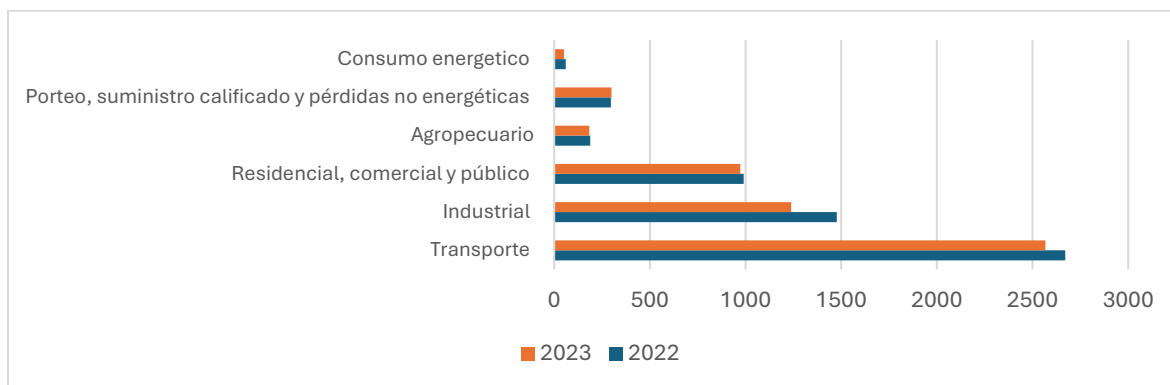


Figura 10 Consumo final total de energía en México 2022 y 2023 (Secretaría de Energía, 2025).

En la **Figura 11** se muestra la evolución, de 2012 a 2023, del consumo final total de energía. Los sectores industrial y transporte son históricamente los principales consumidores; por lo cual, un pequeño aumento en su eficiencia puede representar un gran ahorro de energía. Esto se puede hacer con iniciativas como la modernización de la infraestructura del transporte y la optimización de los procesos industriales (Secretaría de Energía, 2025).

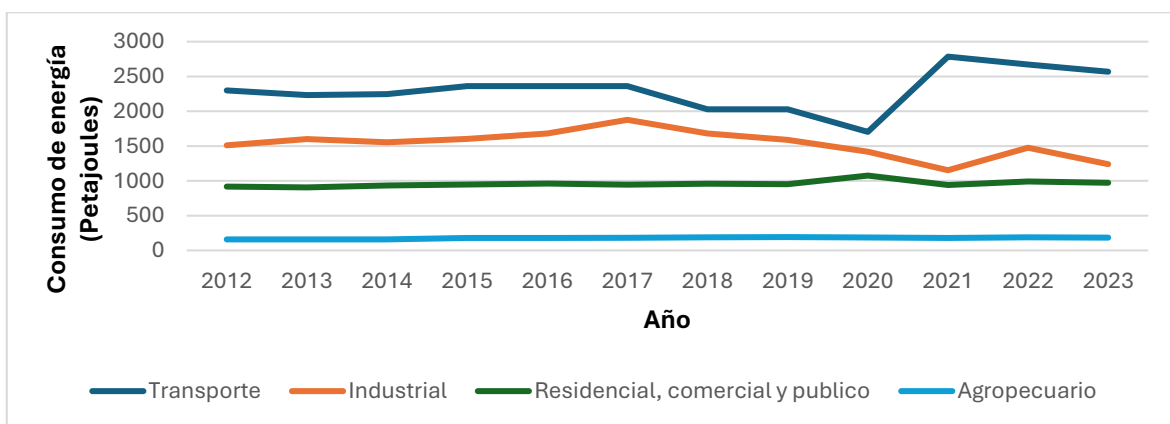


Figura 11 Consumo final total de energía por sectores, para México, evolución 2012-2023 (Secretaría de Energía, 2023).

En México el sector transporte tuvo un consumo anual casi constante de 2,400 PJ de 2012 a 2017 pero en 2020 tuvo una caída a 1,700 PJ debido al confinamiento por COVID; en 2021, aumentó a 2,700 PJ y para 2023 fue de 2,500 PJ (ver **Figura 11**). De este consumo, el

autotransporte representó el 90.12% y como segundo lugar el transporte aéreo con 7.73%; mientras que, el restante 2.15% fue debido al transporte marítimo, ferroviario y el eléctrico (Secretaría de Energía, 2025).

Es importante mencionar que la energía que consume el autotransporte incluye la energía consumida en los servicios de transporte terrestre para el movimiento de personas y de carga. El transporte aéreo se refiere al combustible que se consume en vuelos nacionales e internacionales sin incluir las compras que las aerolíneas hacen en el extranjero. La energía consumida por el transporte ferroviario (incluyendo los sistemas de transporte colectivo) se refiere al consumo realizado por los distintos concesionarios particulares del transporte ferroviario en el país. El transporte marítimo comprende las ventas nacionales de combustibles a la marina mercante, la armada nacional, empresas pesqueras y embarcaciones en general. Finalmente, el transporte eléctrico contempla el total de energía eléctrica consumida en el servicio público de transporte eléctrico para la movilización de personas.

Si al consumo final total de energía le quitamos el consumo no energético total, nos daría como resultado 5,261.96 PJ; del cual 48.8% es consumido por el sector transporte y la mayor parte de este sector es dependiente de gasolinas y diésel como se muestra en la **Figura 12**.

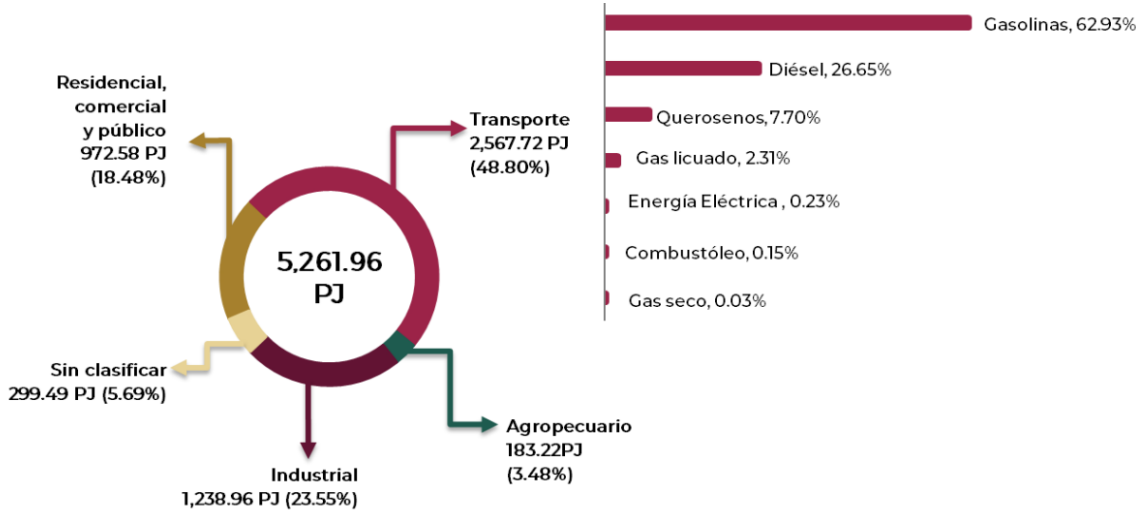


Figura 12 Consumo energético total por sector y energético en México, 2023 (Secretaría de Energía, 2025).

Para tener un mejor panorama de dónde proviene la energía que se utiliza en cada subsector y el porcentaje correspondiente de la generación de energía eléctrica véase la **Figura 13**.

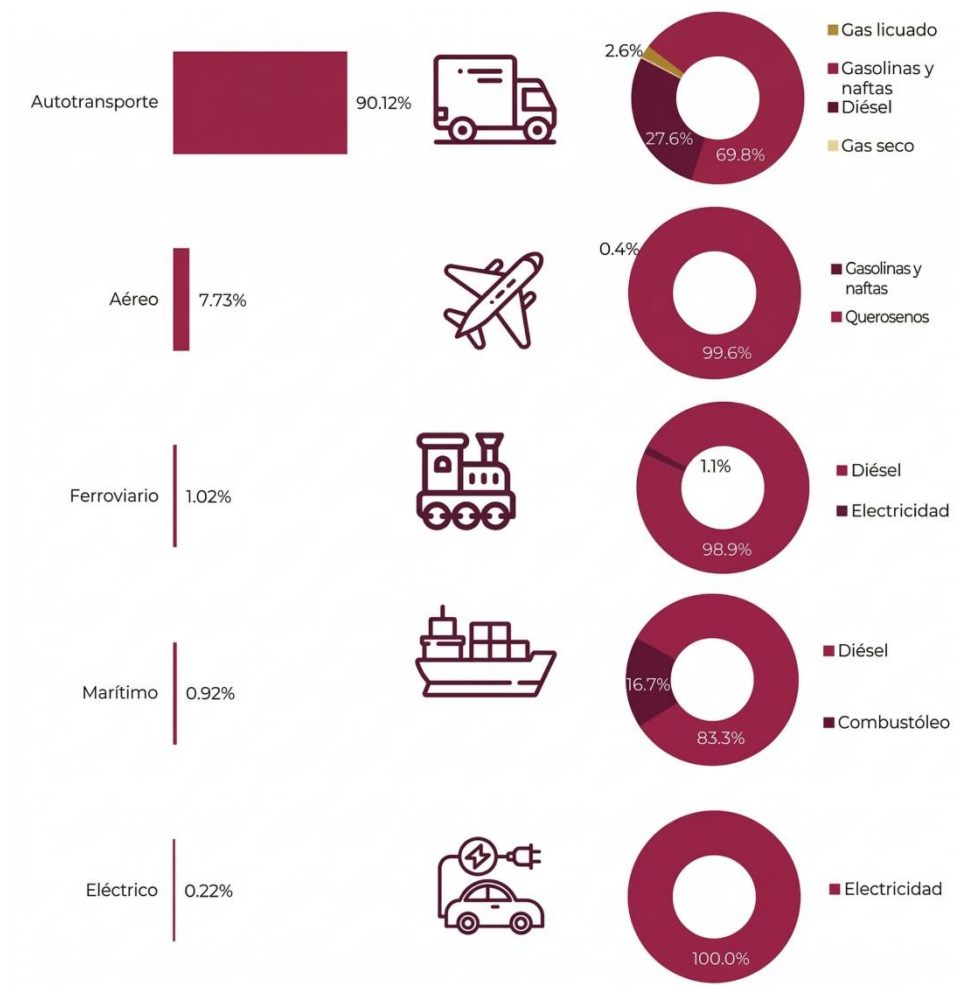


Figura 13 Estructura porcentual del consumo de energía en sector transporte por subsector y energético 2023 (Secretaría de Energía, 2025).

Como se puede ver, en México el autotransporte es el principal consumidor de energía en el sector transporte y la mayor parte de esta energía proviene de fuentes fósiles. Esto a pesar de que los automóviles pueden representar un fuerte gasto económico y agilizar la congestión vehicular; además, de emitir gases como CO, CO₂, NOx y PM2.5, los cuales son nocivos para la salud (Pietrzak et al., 2021; Tsai et al., 2021).

2.2 Costo del automóvil particular

Un automóvil representa un gasto, el valor económico del mismo, la gasolina que se ocupa, el seguro en caso de accidentes, reparaciones e impuestos. *Scrap Car Comparasion* reporta cómo difieren estos costos en todo el mundo. Para esto se tomó como punto de partida el promedio de los automóviles, agregándole el costo promedio del seguro, reparaciones y los precios actuales del combustible para determinar qué tan caro es tener y conducir un

automóvil en todo el mundo (Scrap Car Comparison Limited, 2025). Con estos datos, se determinó que Australia es el país donde el costo del automóvil representa el menor porcentaje del salario promedio, con un costo de casi la mitad, en la **Figura 14** se muestran los diez países con menor porcentaje del salario promedio para tener un automóvil.

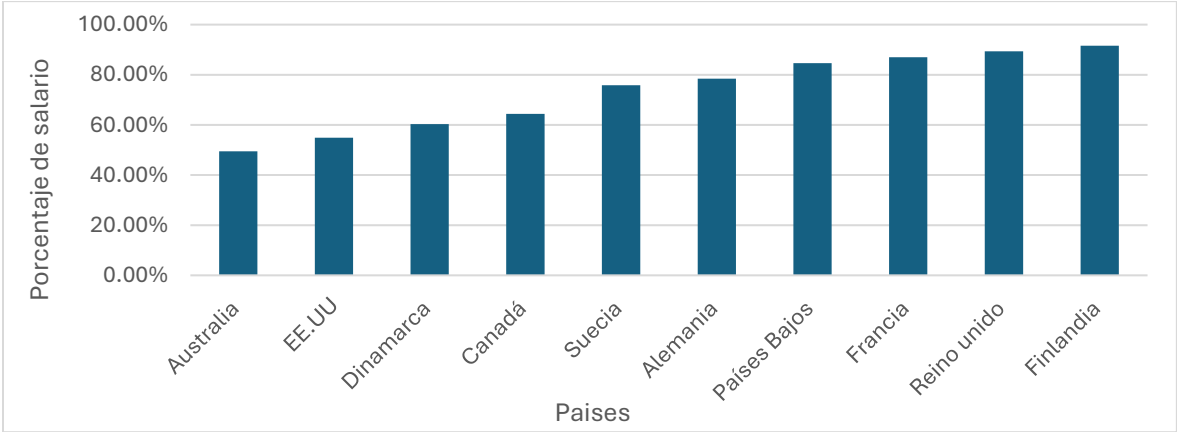


Figura 14 Porcentaje del salario anual promedio necesario para comprar y conducir un automóvil (Scrap Car Comparison Limited, 2025).

El salario juega un papel importante, por lo que en países donde las tasas de desempleo e informalidad son altas y los salarios mínimos son bajos (incluso cuando los precios de los automóviles son bajos a comparación con Reino Unido y EE.UU), comprar y conducir un automóvil implica varias veces el salario mínimo como se ve en **Figura 15** (Statista Daily Data & María Florencia Melo, 2023).

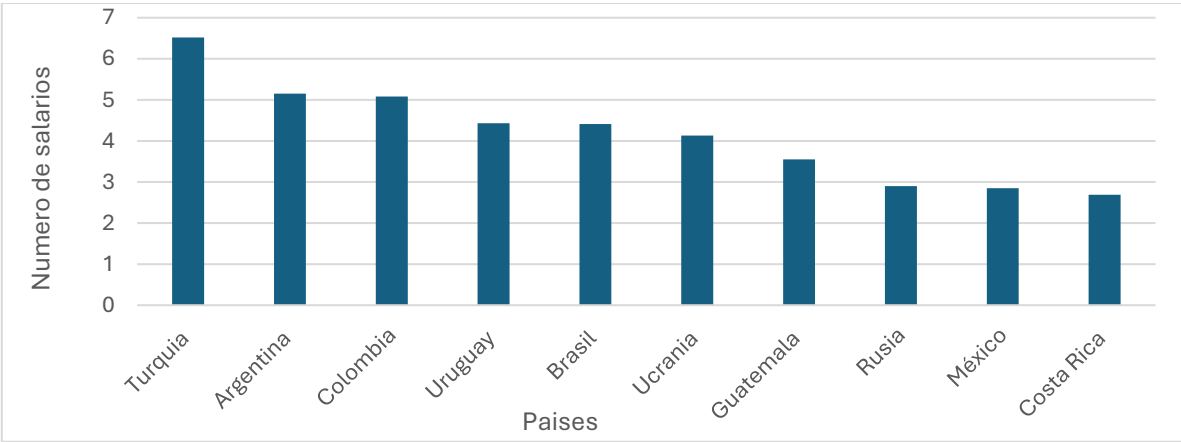


Figura 15 Los países más caros para tener un automóvil (Statista Daily Data & María Florencia Melo, 2023).

Como se puede ver, en la **Figura 15**, México es uno de los países donde tener un auto representa varias veces el salario promedio. Sin embargo, el número de automóviles en México sigue creciendo.

3. El transporte en la Ciudad de México

3.1 Congestión vehicular en la Ciudad de México

Aunque resulta caro contar con un automóvil propio en la CDMX se da la mayor congestión vehicular a nivel mundial según datos de la empresa *tomtom*.

La empresa *tomtom*, evalúa ciudades de todo el mundo según su tiempo de viaje promedio, costo de combustible y emisiones de CO₂” (Eduardo Ruiz-Healy, 2024). La empresa *tomtom* mide el nivel de congestión vehicular como el aumento porcentual en el tiempo de viaje debido a retenciones en comparación con una situación de flujo libre. El flujo libre se refiere a la velocidad promedio de los vehículos cuando no hay retenciones. Por ejemplo, un nivel de congestión del 50% indica que un trayecto que en condiciones de flujo libre se puede realizar en 60 minutos, tarda 30 minutos más; es decir, el viaje toma en total 90 minutos.

En 2025 en la CDMX se recorren en promedio 4.4 km cada 15 minutos; mientras que, el nivel de congestión promedio es de 75.9%; sin embargo, durante las mañanas el nivel de congestión promedio es de 106.6% (las personas salen a sus trabajos o escuelas) y por las tardes el nivel de congestión promedio es de 125.8% (las personas regresan a sus casas) finalmente el tiempo perdido al año es de 184 horas, ver **Tabla 1** (tomtom, 2025).

Tabla 1. Clasificación mundial de congestión (tomtom, 2025).

Ciudad	Nivel promedio de congestión vehicular (%)	Velocidad promedio (km/h)	Distancia promedio recorrida en 15 minutos (km)	Tiempo perdido al año (horas)
Ciudad de México, México	75.9	17.4	4.4	184
Bengaluru, India	74.4	16.6	4.2	168
Dublín, Irlanda	72.9	17.4	4.4	191
Lodz, Polonia	72.8	22.5	5.6	135
Pune, India	71.1	18	4.5	152

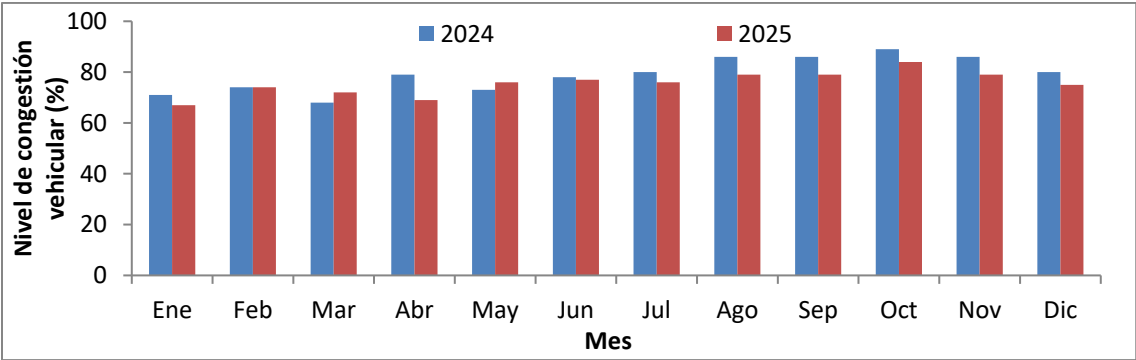


Figura 16 Nivel de congestión vehicular en la CDMX durante 2024 y 2025 (tomtom, 2025).

En la CDMX se ha dado un alto nivel de congestión vehicular en los últimos dos años (ver **Figura 16**). Desde 2015 y 2016 con un nivel de congestión vehicular de 59% y 66%, respectivamente, la CDMX ha sido de las más congestionadas a nivel mundial, ocupando en varias ocasiones el primer lugar a nivel mundial. Sólo disminuyó este nivel durante 2020 y 2021 debido a la contingencia por COVID-19.

En la **Figura 17** podemos observar el nivel de congestión vehicular y la velocidad promedio en la CDMX para una semana, se puede ver que todos los días se tienen altos niveles de congestión vehicular, disminuyendo sólo el domingo. El nivel de congestión vehicular puede variar debido a días festivos, el programa “hoy no circula” o vacaciones, estos factores afectan porque puede que las personas ocupen el transporte público en lugar de utilizar su automóvil propio, o simplemente no ocupan el automóvil por estar descansando (tomtom, 2025).

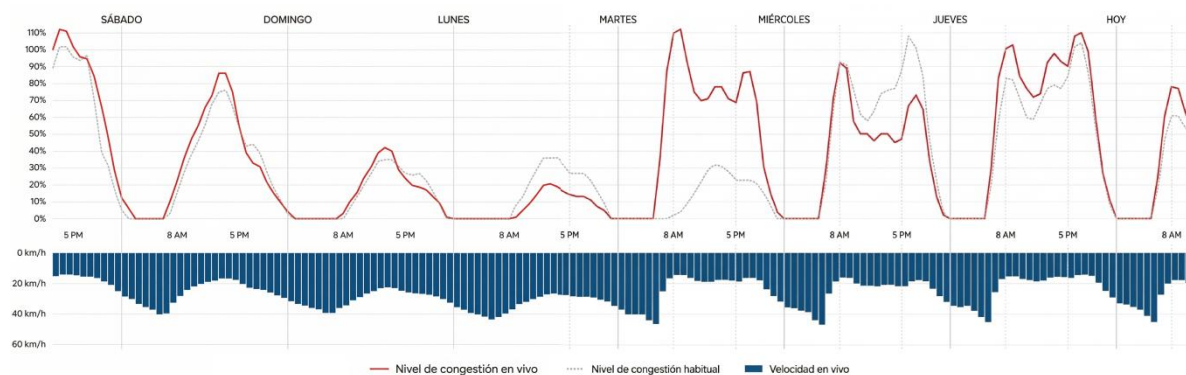


Figura 17 Velocidad horaria y nivel de congestión (21/03/2025, 2:40 pm) México.

Delimitando el lugar y hora en donde existe un mayor nivel de congestión vehicular podemos decir que el día con mayor nivel de congestión es el jueves en la zona centro de la CDMX, ver la **Figura 18**. De hecho, la página *tomtom* nos hace mención que el peor día para viajar en 2024 fue el jueves 5 de diciembre con 42 minutos 58 segundos tiempo medio de viaje para recorrer 10 km, con un nivel de congestión de 89% en promedio (tomtom, 2025).

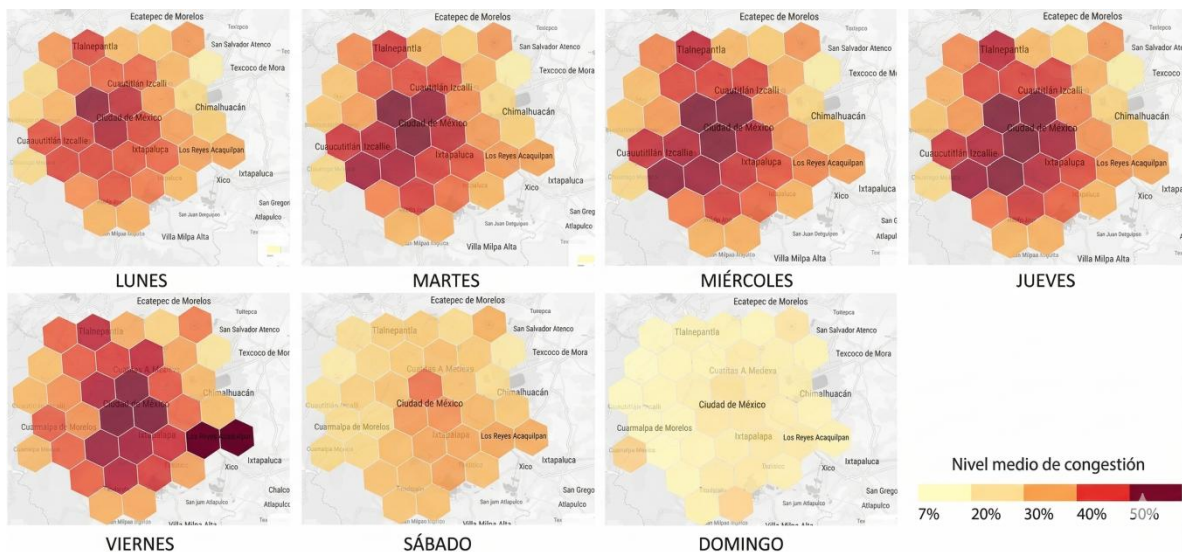


Figura 18 Niveles de congestión vehicular para la CDMX durante una semana a las 6:00 p.m. (21/03/2025, 2:40 pm).

Una de las causas por las que se tienen estos altos índices de congestión vehicular es la búsqueda de estacionamientos (*cruising*), ya que los conductores dan vueltas en una zona para encontrar estacionamiento.

Como consecuencia del crecimiento de vehículos automotor y los altos niveles de congestión vehicular se ha visto afectada la calidad del aire en la CDMX. En 2016, la CDMX registró 14 contingencias ambientales. Esto obligó a la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CAME) a modificar los umbrales del Índice de Calidad del Aire y a endurecer temporalmente el programa "Hoy No Circula". En mayo de 2019 se generaron niveles históricos de contaminación por partículas finas ($PM_{2.5}$); lo cual, forzó a las autoridades a crear un nuevo protocolo de contingencia específico para este contaminante. Posteriormente, las medidas de confinamiento por COVID redujeron drásticamente la movilidad y, como resultado, 2020 fue uno de los años con mejor calidad del aire de la década, registrando solo una contingencia ambiental. Durante 2023 y 2024 la CDMX sufrió olas de calor extremo y sequías severas, como consecuencia se tuvo un repunte significativo en las contingencias ambientales (alcanzando 12 eventos en 2024) (Ciudad de México, 2026; Hilda Castellanos, 2024; Jonás López, 2024).

Como se puede ver el auto particular no es asequible además no es garantía de trasladarse de manera rápida de un punto a otro debido al alto nivel de congestión vehicular en la CDMX y trae consigo problemas ambientales que repercuten en la salud de las personas.

3.2 El transporte público en la CDMX

La CDMX cuenta con diferentes medios de transporte, algunos de los más populares son:

- Metro
- Metrobús
- Cablebús
- Trolebús
- Microbuses y vagonetas
- Taxi
- Taxis de plataformas

A continuación, se dan algunos detalles de estos medios de transporte como su extensión, precio, horario de servicio, etc.

3.2.1 Metro

La red del Metro está conformada por 12 líneas (ver **Figura 19**) con una longitud de 216.85 km y cuenta con 394 trenes. Este servicio tiene un costo de \$ 5.00, es uno de los más demandados, dando servicio a 1,171 millones 859 mil 113 usuarios al año, con un tiempo teórico de espera entre trenes de 2 a 3 minutos en horas pico y de 10 a 15 minutos el resto de la jornada cuenta con una capacidad de 1,530 personas por tren (Ciudad de México (CDMX), 2025). En 2024 el Metro consumió 622,001.258 MWh, si lo multiplicamos por el factor de emisión del sistema eléctrico nacional 2024 que es 0.444 tCO₂e/MWh (Comisión Reguladora de Energía, 2025) tenemos que el Metro emitió 276,168.5585 tCO₂e al año.

El Metro da servicio en un horario en días laborables de 5:00 a 24:00 horas. Sábados de 6:00 a 24:00 horas. Domingos y días festivos de 7:00 a 24:00 horas.

Cada tren, también llamado convoy, está compuesto por nueve carros. Seis de ellos son motrices (M y N), es decir, que tienen tracción propia y entre todos arrastran al convoy, los trenes restantes son remolques (R), es decir, sin tracción propia como se muestra en la **Figura 20** (Ciudad de México (CDMX), 2025a).



Figura 19 Mapa de la red de transporte público Metro (Mariiuxx, 2025).



Figura 20 Tipos de trenes (Ciudad de México (CDMX), 2025a).

3.2.2 Metrobús

El Metrobús está conformado por 6 líneas (ver **Figura 21**) que recorren 125 km; cuenta con 4 tipos de autobuses, este servicio tiene un costo de \$6.00 a excepción del itinerario San Lázaro-Aeropuerto, de la Línea 4, que tiene un costo de \$30.00. El Metrobús da servicio a 950 mil personas diariamente, con un tiempo teórico de 2 a 3 minutos de espera; cuenta con una capacidad diferente por cada autobús; los articulados son aquellos que consisten en 2 vagones tienen una capacidad aproximada de 160 pasajeros, los biarticulados cuentan con 3 vagones y su capacidad es de 240 pasajeros, los autobuses que brindan servicio en línea 4

tienen una capacidad para 60 pasajeros y los autobuses de doble piso, Euro VI, brindan servicio en la línea 7 y tienen un capacidad de 90 personas. El Metrobús brinda servicio de lunes a sábado de 4:30 a 24:00 hrs, domingos y días festivos de 05:00 a 24:00 hrs (Ciudad de México, 2025b).

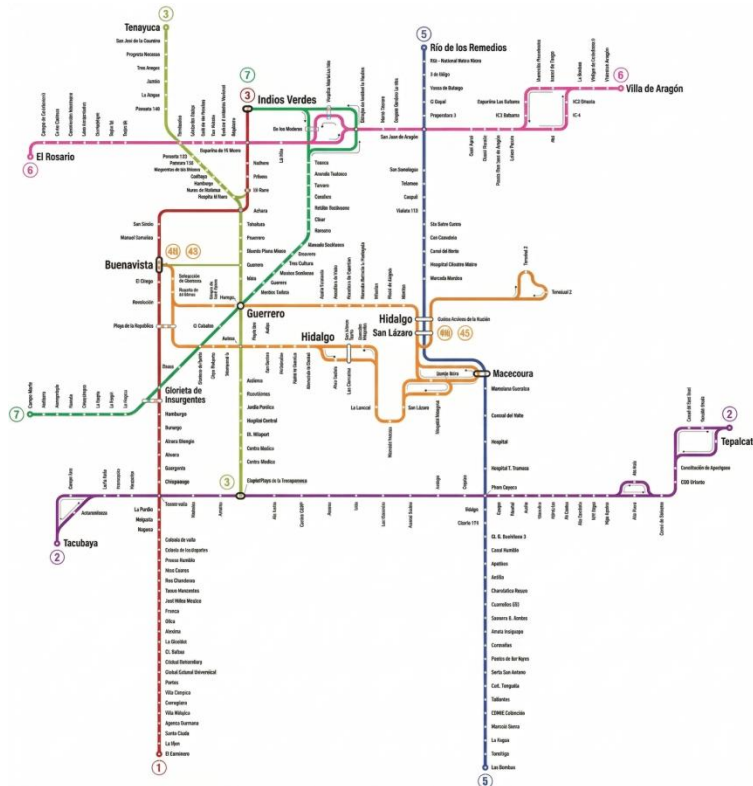


Figura 21 Mapa de la red de transporte público “Metrobús” (Wikipedia, 2009).

3.2.3 Cablebús

El Cablebús está conformado por 3 líneas (ver **Figura 22**) con 24.75 km; cuenta con 19 estaciones, este servicio tiene un costo de \$7.00, con un tiempo de recorrido de 33 min y 20 segundos con una velocidad de 21.6 km/h, tiene una capacidad de 3377 cabinas funcionando y por cada cabina tiene una capacidad de hasta 10 personas, el Cablebús tiene un horario de lunes a viernes de 5:00 a 23:00 hrs, los sábados de 6:00 a 23:00 hrs y los domingos y días festivos de 7:00 a 23:00 hrs, (Ciudad de México (CDMX), 2025).



Figura 22 Líneas del Cablebús (Ciudad de México (CDMX), 2025).

3.2.4 Trolebús

El trolebús está conformado por 12 líneas (ver **Figura 23**) cuenta con aproximadamente 290 vehículos que brindan servicio diario, con una extensión de 203.64 km, tiene un costo \$4.00 todas las líneas a excepción de las líneas 10 y 12 que tiene un costo de \$7.00 y línea 11 con un costo de \$13.00. El trolebús da servicio a 950 mil personas diariamente, el tiempo promedio es de 6 min entre cada trolebús, tienen una capacidad de 85 pasajeros por unidad con una autonomía de 75 km para las nuevas unidades, el horario es el siguiente:

- Línea 1,2,3,4,5,6,7,8,9, lunes a sábado de 05:00 a 00:00 hrs y domingo de 06:00 a 23:30 hrs.
- Línea 5ª lunes a sábado de 06:00 a 10:00 hrs / 18:00 a 22:00 hrs.
- Línea 10; lunes a domingo de 05:00 a 00:00 hrs.
- Línea 11; lunes a sábado de 04:30 a 00:30 hrs, domingo de 05:00 a 00:00 hrs
- Línea 12 lunes a sábado de 05:00 a 00:00 hrs, domingo de 05:30 a 23:30 hrs

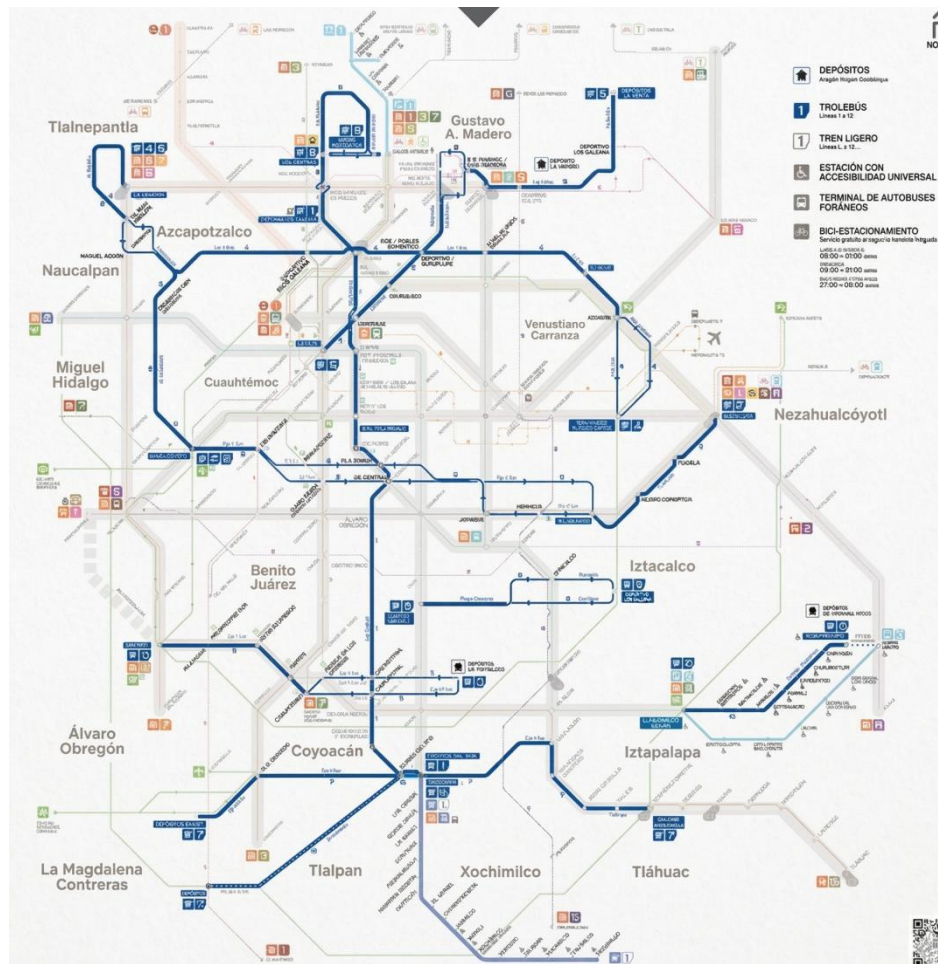


Figura 23 Mapa de la red de transporte público Trolebús (Ciudad de México (CDMX), 2025e).

3.2.5 Microbuses y vagonetas

Los microbuses y vagonetas tienen diferentes recorridos, rutas y horarios. El horario general es el siguiente: lunes a viernes de 4:30 a 24:00 hrs., y sábados y domingos de 5:00 a 24:00 hrs (Jazmín González, 2024). La tarifa establecida es la que se muestra en la **Figura 24**. El tiempo promedio de espera no es exacto, ya que existen factores que lo alteran, como el tráfico, el clima, o incluso la falta de coordinación. Dan servicio a 99.7 millones de personas durante junio de 2021 (INEGI, 2021). La capacidad que tiene un microbús es de 20 a 25 personas sentadas y sin sentarse otras 10 a 15 aunque hay veces que son más personas paradas, lo cual no pasa en las vagonetas que solo tienen capacidad para 17 o 19 personas, dependiendo el tipo de vagoneta.

TARIFA AUTORIZADA			TARIFA AUTORIZADA	
MICROBUSES Y VAGONETAS			AUTOBUSES	
PRIMEROS 5 KM	DE 5 A 12 KM	MÁS DE 12 KM	PRIMEROS 5 KM	MÁS DE 5 KM
\$7.50	\$8.00	\$9.00	\$8.50	\$9.50
Tarifa Nocturna de las 23:00 a las 06:00 horas del día siguiente 20% más a la establecida			Tarifa Nocturna de las 23:00 a las 06:00 horas del día siguiente 20% más a la establecida	
Denuncias por cobros no autorizados o mal servicio:			Denuncias por cobros no autorizados o mal servicio:	
Locatel: +0311 @LaSEMOVI @VigimoviCDMX			Locatel: +0311 @LaSEMOVI @VigimoviCDMX	
CIUDAD DE MÉXICO SECRETARÍA DE MOVILIDAD			CIUDAD DE MÉXICO SECRETARÍA DE MOVILIDAD	

Figura 24 Tarifas para microbuses, vagonetas y autobuses (Secretaría de Movilidad, 2026b).

Para determinar las emisiones de los microbuses y vagonetas se puede emplear la **Figura 25**, que incluye las emisiones promedio para diferentes vehículos por km recorrido por pasajero. Se puede ver que a medida que aumenta la capacidad de pasajeros en los vehículos las emisiones de CO₂ disminuyen.

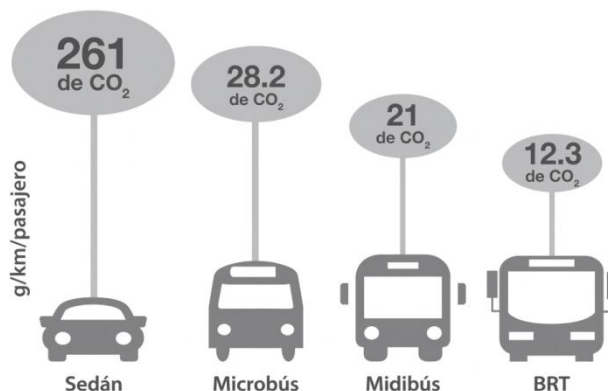


Figura 25 Emisiones de CO₂ por cada transporte (Víctor Alvarado Con la colaboración de Vianey Macías, 2018).

3.2.6 Taxi

Los taxis tienen una extensión bastante grande ya que, en cualquier parte de la ciudad se puede encontrar uno, el costo es el siguiente (Bruno Dagio, 2023):

- taxi libre o de la calle: \$8.74, con aumento de \$1.07 de cada 45 s o 250 m
- taxi de sitio: \$13.10, con un aumento de \$1.30 cada 45 s o 250 m
- radiotaxis: \$27.30, con aumento de \$1.84 cada de 45 s o 250 m.

Los taxis en horario nocturno, entre las 23:00 y 6:00 hrs, tienen un aumento del 20% al banderazo inicial y el resto de la tarifa queda de la siguiente manera:

- taxi libre o de la calle: \$10.48, con aumento de \$1.28 cada 45 s o 250 m
- taxi de sitio: \$15.72, con aumento de \$1.56 cada 45 s o 250 m
- radiotaxi: \$32.76, con aumento de \$2.21 cada 45 s o 250 m

La capacidad que tiene cada taxi es de 1 a 4 personas, con un horario de día y de noche, lo único que cambia es la tarifa, para determinar las emisiones de CO₂ de los taxis se puede utilizar la información de la **Figura 25** considerándolos como un auto sedan.

Según datos oficiales, de 140 mil taxis que existían en la CDMX antes de la pandemia, en la actualidad operan menos de 60 mil, mientras que los servicios por aplicación, como Uber, Didi y Cabify llegan a más de 157 mil y van en aumento (Bertha Teresa Ramírez, 2025).

3.2.7 Taxis de plataformas

En la CDMX existen plataformas en las que los usuarios solicitan viajes, estas plataformas tienen una extensión grande, ya que el usuario decide el punto de partida y el punto de llegada del “taxi”. Incluso si el viaje conlleva horas o incluso días, por lo que cada una de las plataformas cuenta con diferentes precios, como se muestra en la **Tabla 2**.

Tabla 2 Tarifas de transporte de plataforma según datos de sus páginas oficiales.

Plataforma	Costo
<i>Uber</i>	Un viaje de 18 min cuesta \$86
<i>Didi</i>	La tarifa se calcula con base en distancia recorrida, duración de viaje y una tarifa base
<i>Indrive</i>	El costo inicial es de ~\$9 pesos. Un minuto de trayecto te costará ~\$ 2.2 y ~\$4.4/km

En la **Figura 26** podemos ver que las emisiones de CO₂ dependen de la cantidad de personas en el vehículo, un dato curioso es que no solo existen viajes en autos y camionetas, también existen viajes en motos, lo cual es menos costoso, pero con más riesgo para la persona, ya que depende de si la moto tiene seguro o no y si la plataforma se hace cargo en caso de un accidente (además es ilegal).

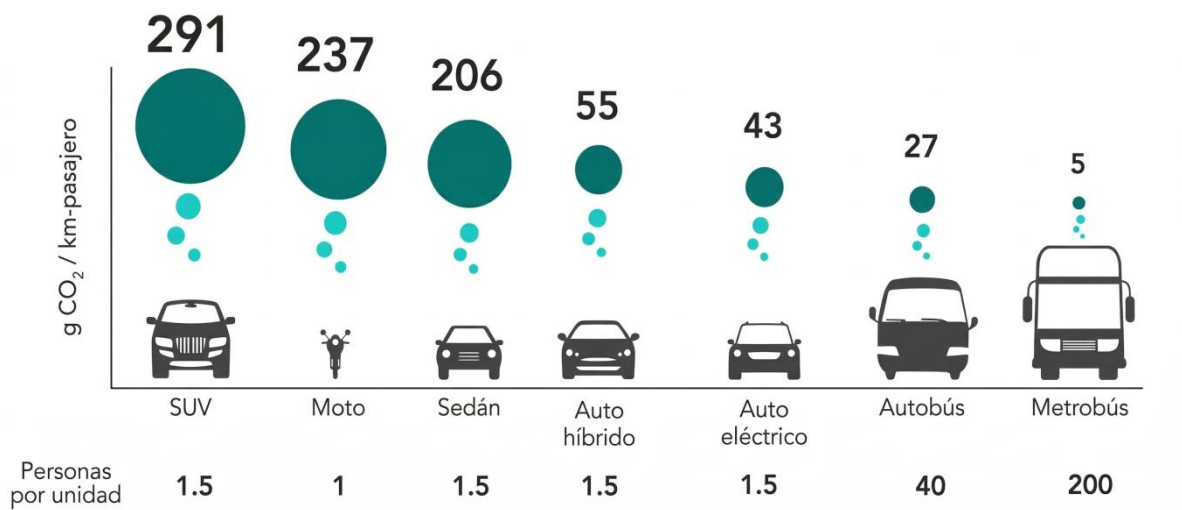


Figura 26 Emisiones de CO₂ por tipo de vehículo en función de la distancia recorrida y el número de pasajeros (Secretaría de Movilidad, 2026a).

El tiempo promedio de espera de cada aplicación depende de los automóviles en servicio a su alrededor, además de la congestión vehicular que exista en ese lugar, aunque regularmente el tiempo de espera es poco, por esta ventaja es que las personas a veces prefieren solicitar un vehículo de plataforma en lugar de un taxi normal.

3.2.8 Ecobici

Ecobici ha ido creciendo de una manera exponencial, ya que cuenta con 230 km de ciclovía en la CDMX (Ecobici, 2024) y se espera que continúe en crecimiento. En cuanto, al costo, existen 7 planes como se muestra en la **Figura 27**.

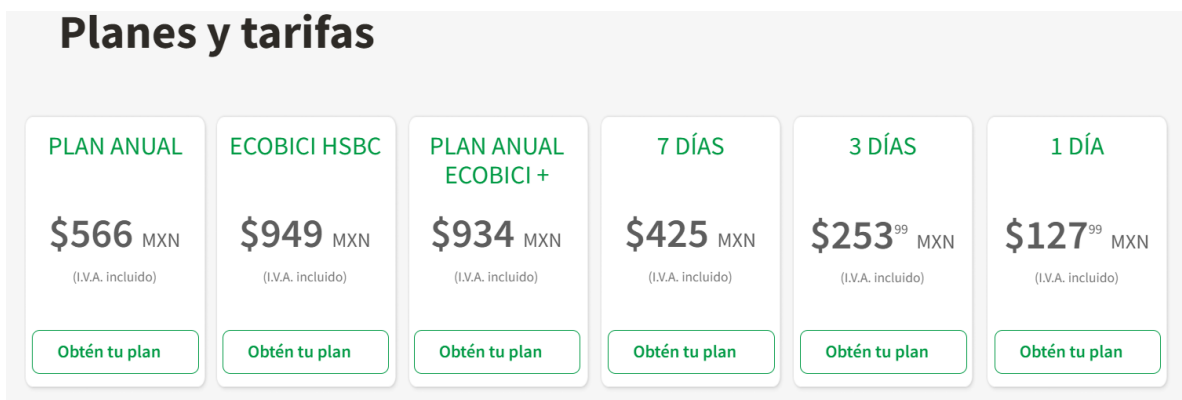


Figura 27 Planes y tarifas de Ecobici (Ecobici, 2026).

En la **Figura 28** se muestran los detalles de cada una de las tarifas.

Todos los planes incluyen trayectos ilimitados de 45 minutos, en caso de viajes que excedan este tiempo aplican las siguientes tarifas (Todas las tarifas incluyen IVA):

Minuto 0 al 45	Sin costo
Del minuto 45 al 60	\$27.00
Por hora o fracción adicional	\$54.00
Reposición de tarjeta	\$15.00
Multa por uso continuo del servicio superior a las 24 horas (sin devolver la bicicleta o al no anclarla correctamente en una estación)	\$12,000.00
Depósito en garantía para obtener una bicicleta con pago en efectivo	\$12,000.00

Si adquiriste un pase Anual Ecobici+ las tarifas cambian durante los sábados y domingos de la siguiente forma (Todas las tarifas incluyen IVA):

Minuto 0 al 90	Sin costo
Del minuto 91 al 105	\$27.00
Por hora o fracción adicional	\$54.00
Reposición de tarjeta	\$15.00
Multa por uso continuo del servicio superior a las 24 horas (sin devolver la bicicleta o al no anclarla correctamente en una estación)	\$12,000.00
Depósito en garantía para obtener una bicicleta con pago en efectivo	\$12,000.00

Si adquiriste un pase ECOBICI HSBC las tarifas cambian. (Todas las tarifas incluyen IVA)

Minuto 0 al 90	Sin costo
Del minuto 91 al 105	\$27.00
Por hora o fracción adicional	\$54.00
Reposición de tarjeta	\$15.00
Multa por uso continuo del servicio superior a las 24 horas (sin devolver la bicicleta o al no anclarla correctamente en una estación)	\$12,000.00
Depósito en garantía para obtener una bicicleta con pago en efectivo	\$12,000.00

Figura 28 Tarifas para planes de ecobici (Ecobici, 2026).

El sistema puede llegar a registrar más de 25 mil usos diarios, también el tiempo promedio por viaje es de 17 min, las cicloestaciones se encuentran disponibles para tomar bicis los 365 días del año de 05:00 a 00:30 h (Secretaría de Movilidad, 2025).

4. Análisis

Con la información anterior se puede ver que a nivel mundial el sector transporte es el segundo consumidor de energía (ver **Figura 1**); también que, los energéticos más usados son combustibles fósiles con el 95% (ver **Figura 2**); por consecuencia, el sector transporte es el segundo con mayores emisiones de CO₂ a nivel mundial con 23% de las emisiones totales (ver **Figura 3**).

Hablando específicamente de México el sector transporte es el primer consumidor de energía, consume entre 41% y 48% (ver **Figura 7 y 10**) de la cual casi el 100% es proveniente de fuentes fósiles (ver **Figura 8**). En 2023 la producción de energía primaria se conformó principalmente por energías de origen fósil (ver **Figura 9**); específicamente por gasolina (63%), diésel (27%) y queroseno (8%) como se muestra en la **Figura 12**.

En México el sector transporte es el mayor emisor de CO₂ con el 34% (ver **Figura 4**). El aumento de emisiones de CO₂ en México desde 1990 a 2021 tiene una tendencia similar al crecimiento del número de vehículos automotor (ver **Figura 29**); en 1990, existían 9 millones de vehículos de motor registrados en circulación y en 2023 creció a 58 millones. Se ha incrementado el número de vehículos de motor de combustión interna y de vehículos híbridos y eléctricos (ver **Figura 6**). El incremento de los vehículos híbridos y eléctricos no ha disminuido las emisiones de CO₂ porque casi el 100% de energía consumida en el sector transporte es proveniente de fuentes fósiles y, adicionalmente, en México la mayor parte de la energía eléctrica se produce utilizando combustibles fósiles.

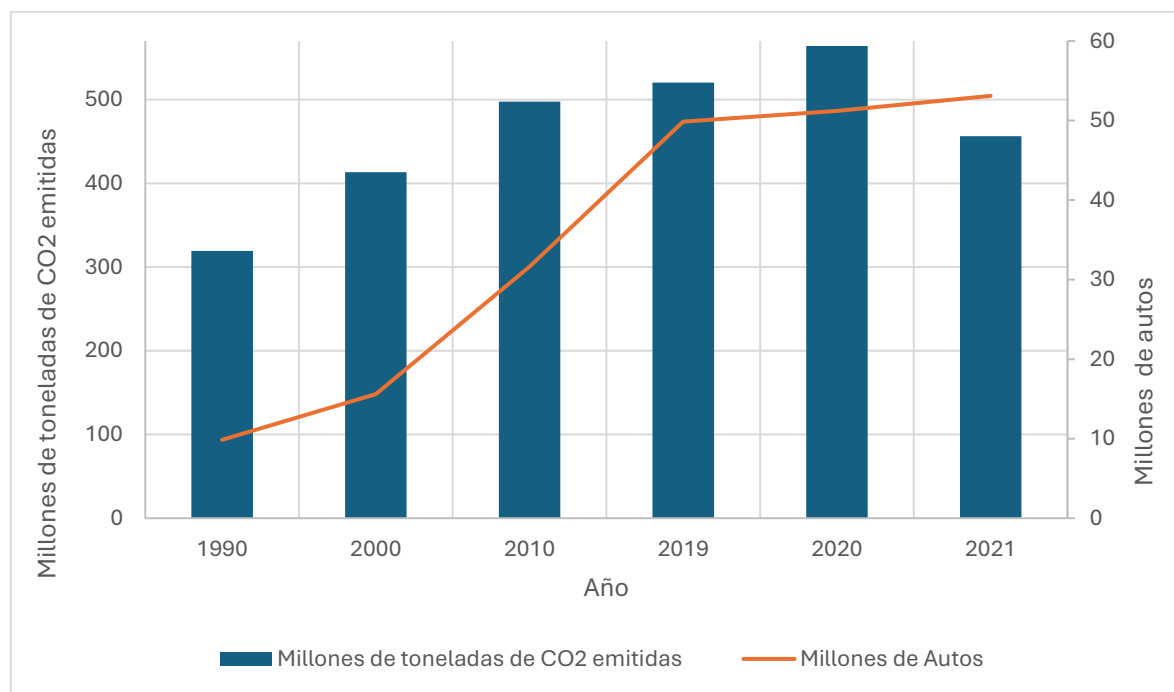


Figura 29 Gráfica comparativa de millones de autos / millones de toneladas de CO₂ (Marco Antonio Lara Ramírez / Juan José Li Ng, 2024).

El auto transporte representa el 90% del sector transporte (ver **Figura 13**). El combustible utilizado por el auto transporte es ~70% de gasolinas y naftas, ~28% de diésel y el resto de gas licuado; esta es la razón por la que no se ha obtenido un efecto positivo en disminución de las emisiones de CO₂ debido al aumento de vehículos híbridos y eléctricos (ver **Figura 6**). El problema del auto transporte particular es que contamina de una manera abundante, no es asequible (debido a su alto costo) y causa congestión vehicular; por lo cual, la gente pierde mucho tiempo anualmente en sus traslados, todo esto afecta negativamente la calidad de vida.

En la CDMX circulan diariamente 6.4 millones de vehículos en 2022; este elevado número ocasionó un alto nivel de congestión vehicular; de hecho, a nivel mundial la CDMX ocupa el primer lugar en congestión vehicular. En promedio se recorren 4.4 km cada 15 min. Se estima que el tiempo perdido por persona al año en la congestión vehicular es ~184 h (ver **Figura 16**).

Los días con mayor congestión vehicular en la CDMX son los viernes de 1 pm a 4 pm, el miércoles en la mañana y de martes a jueves se mantiene la congestión vehicular de 6 am a 11 pm con una pequeña disminución de 1 pm a 5 pm (**Figura 17**). Otro punto importante es que la mayor congestión vehicular en la CDMX se encuentra en las siguientes alcaldías: Cuauhtémoc, Benito Juárez, Coyoacán, Iztapalapa y Tlalpan (**Figura 18**).

A medida que aumenta el número de vehículos en circulación en la CDMX aumenta la congestión vehicular. Sin embargo, se espera que siga aumentando el número de vehículos en circulación a pesar de que México es uno de los países más caros para tener un auto, con respecto a su salario mínimo (ver **Figura 14**).

Una medida para frenar el creciente aumento en el número de vehículos en circulación puede ser el uso del transporte público.

El Metro, Metrobús, Cablebús y Trolebús, así como los microbuses y las vagonetas son medios de transporte económicos y asequibles que recorren grandes distancias a lo largo de la CDMX y movilizan a un gran número de usuarios, en la **Tabla 3** se muestra la extensión de cada uno. Por otra parte, los taxis y plataformas de autos y motos no son asequibles.

Tabla 3 Extensión del transporte público masivo (conocido) en la CDMX.

Transporte Público masivo	km	Usuarios diarios
Metro	216.85	3 millones
Metrobús	125.00	1.5 millones *
Cablebús	24.75	1.2 millones
Trolebús	203.64	950 mil
Microbuses y vagonetas	sin dato	3 millones
Total	570.24	9.65millones

*Estimación basada en número de camiones (Laura Arana, 2024; Proceso, 2021).

En el caso de los microbuses y vagonetas no se conoce la extensión de sus recorridos; debido a que tienen diferentes rutas y en ocasiones las modifican (debido a mercados sobre ruedas, manifestaciones, fiestas religiosas, etc.).

Aunque el transporte público masivo realiza grandes recorridos por la CDMX sigue siendo insuficiente, debido a la gran cantidad de personas que habitan en la ciudad (9.2 millones) (Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2026) más la población flotante (2.3 millones de personas) (Temístocles diputado Cuauhtémoc, 2023).

Si se desea sustituir los automóviles, para disminuir la congestión vehicular y las emisiones de gases contaminantes, por transporte público, se debe considerar que diariamente circulan 6.4 millones de automóviles en la CDMX si contemplamos que cada automóvil transporta en promedio 1.5 personas, entonces las personas transportadas en automóvil son 9.6 millones; lo cual, implica que se tendrían que construir poco más de tres sistemas de transporte público Metro como el que tiene actualmente la CDMX; en el caso del Metrobús, se tendría que construir poco más de 6 veces un sistema similar al que se tiene actualmente.

Sin embargo, la sustitución no es sencilla ya que representa un gran reto para la infraestructura de la CDMX y las personas que utilizan el transporte público suelen utilizar más de un medio de transporte para llegar a su destino, por ejemplo:

Una persona que desea trasladarse de Santo Domingo, Coyoacán, a la Escuela Nacional Preparatoria N° 1 "Gabino Barreda" tendría que realizar el siguiente recorrido en transporte público (ver **Figura 30**):

- 1) Caminar hasta parada del microbús de la ruta 34 con destino a Metro Ciudad Universitaria,
- 2) Abordar el microbús hasta llegar al Metro Universidad,
- 3) Caminar al paradero (~1 min),
- 4) Abordar la combi de la ruta 95 que tiene como destino Paseo Acoxpa y bajarse en calle "la Acequia",
- 5) Caminar (~1 min) hasta la parada del camión con destino a "Milpa Alta vía Xochimilco Centro",
- 6) Abordar el camión y bajarse en la parada "Plan de Muyuguarda" y
- 7) Finalmente caminar (~3 min) hasta la Escuela Nacional Preparatoria N° 1 "Gabino Barreda".

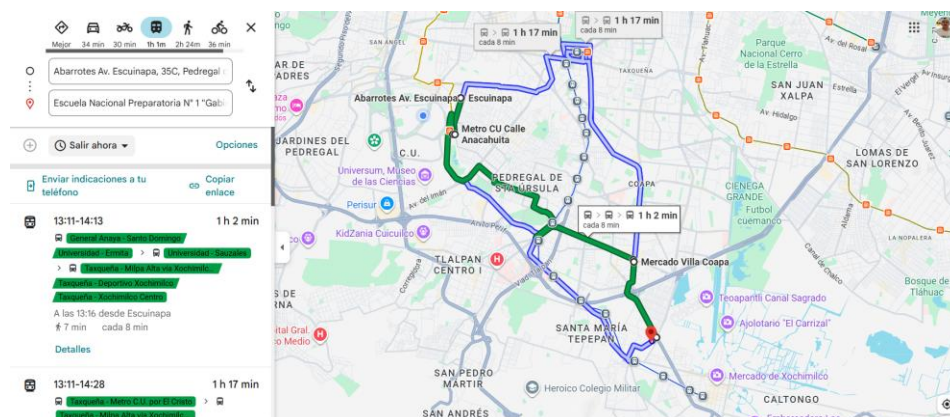


Figura 30 Recorrido en transporte público (obtenido de la página Google Maps).

Como se ve, en el recorrido se cambió siete veces de medio de transporte; lo cual no pasa en automóvil particular, por lo que se considera más “cómodo”.

El uso del transporte público también podría disminuir significativamente las emisiones de gases contaminantes; considerando que una persona tarda en promedio 1.5 h en trasladarse de su casa a su trabajo, la congestión vehicular y el tiempo en el que se pueden recorrer 4.4 km, es razonable asumir que un recorrido promedio en el automóvil es de poco más de 20 km. En la **Tabla 4** se muestran las emisiones de CO₂ por persona realizando un traslado promedio en diferentes medios de transporte.

Tabla 4 Emisiones de CO₂ por el traslado de un usuario en los diferentes medios de transporte.

Transporte	Energía consumida (MJ)	gCO ₂ /usuario
Metro	1.9	235*
Metrobús	1.4	100
Autobús	1.8	540
Suv	86.2	5820
Sedan	61.0	4120
Auto híbrido	16.3	1100

*Se calcula a partir de la energía eléctrica total, consumida por el Metro, por un año, la cual también considera, iluminación, escaleras eléctricas, elevadores, equipo de cómputo, etc.

Como se puede ver en la **Tabla 4** el transporte público masivo (Metro, Metrobús y autobús) es la mejor opción para reducir las emisiones de CO₂. Si se sustituye el auto particular por transporte público, los propietarios ahorrarían ~2.8 veces el salario mínimo, lo cual equivale a ~\$882 diarios (Comisión Nacional de los Salarios Mínimos, 2025).

Como se puede ver en la **Tabla 4** los automóviles tipo sedan y suv son los medios de transporte que consumen más energía y generan mayor cantidad de CO₂. En promedio los automóviles (suv, sedan y auto híbrido) consumen 54.5 MJ y emiten en promedio 3680 gCO₂ por viaje por persona; por lo que, 960 mil personas necesitan 52.3×10⁶ MJ y emiten 3.5 mil toneladas de CO₂. Si del total de personas que se transportan diariamente en automóviles (9.6 millones) 10% de ellas migrara al uso de transporte público se podría ahorrar una cantidad importante de energía y evitar emisiones de CO₂. En promedio el transporte público (metro, metrobús y autobús) consume 1.7 MJ y emite 291.6 gCO₂ por viaje por persona. Por lo que, 960 mil personas viajando en transporte público consumen 1.6×10⁶ MJ y emiten 279 toneladas de CO₂. Por lo que, migrar del automóvil al transporte público ahorraría 50.7×10⁶ MJ y se evitarían emitir 3.2 mil toneladas de CO₂.

Otro ejemplo, de ahorro económico, es sustituir el uso de taxis o transporte de aplicaciones por transporte público masivo; en la **Tabla 5** se muestra el costo y el tiempo en trasladarse de Santo Domingo, Coyoacán, a la Escuela Nacional Preparatoria N° 1 “Gabino Barreda” utilizando transporte público masivo y transporte de aplicación (*in drive*) y taxi.

Tabla 5 Comparación de los costos de los medios de transporte.

Medio de transporte	Costo (\$)	Tiempo (min)
Transporte público masivo	24	60
<i>in driver</i>	91	25
Taxi	100	21

Sin embargo, los traslados en transporte público masivo suelen requerir más tiempo y requieren más de un medio de transporte, además que se debe de hacer uso de la movilidad activa (como caminar) que, aunque trae beneficios a la salud, mucha gente lo considera incómodo y lo intenta evitar. En la **Tabla 6** se enumeran algunas ventajas y desventajas de diferentes medios de transporte.

Tabla 6 Ventajas y desventajas de transporte.

Transporte	Ventajas	Desventajas
Transporte público masivo	• Bajo costo. • Baja emisiones de CO₂. • La mayoría del año brindan servicio con el mismo horario (en días festivos es modificado). • Carriles o vías exclusivas. • Existe seguro en caso de accidente*.	• Mayor tiempo de traslado. • Falta de mantenimiento. • Falta de coordinación. • Posible hacinamiento.

	• Mayor seguridad.	
Taxi	• Tarifa no dinámica. • Modificación de la ruta y/o destino.	• Taxímetros alterados con mayores tarifas. • Puede que no tenga seguro en caso de accidente. • Pago sólo en efectivo.
Taxi de aplicación	• Conocimiento del costo del viaje. • Existe seguro en caso de accidente. • Compartir el viaje con alguna persona de confianza. • Pago en efectivo o en transferencia.	• Prolongados tiempos de espera (ocasionalmente). • Tarifa dinámica. • Sin internet no se puede solicitar el viaje.

*Para la CDMX (Ciudad de México (CDMX), 2021)

Como se puede ver, aunque el transporte público masivo tiene importantes beneficios, económicos, ambientales y energéticos, también presenta importantes desventajas como mayor tiempo de traslado, hacinamiento e infraestructura insuficiente. Por lo cual, intentar migrar, en el corto y mediano plazo, del auto particular al transporte público masivo es un gran reto. Sin embargo, existen otros medios de transporte que ya se están implementando en la CDMX y han tenido éxito en otras ciudades.

En un estudio realizado en Lisboa, Portugal, concluyen que la mejor alternativa para la movilidad urbana es la bicicleta, ya que es rápida y cómoda en distancias cortas, su uso beneficia la salud, representa un esfuerzo menor que caminar y es cero emisiones. Incluso las bicicletas eléctricas tienen ventajas ambientales por sus pocas emisiones. En muchos países las bicicletas son un gran paso para la movilidad individual y se integran bien en la movilidad diaria; de hecho, en algunos países se realiza una gran porción de viajes en bicicletas; por ejemplo, Holanda (26%), Dinamarca (18%) y Alemania (10%) (Baptista et al., 2015). En París, Francia, se tiene un plan estratégico de 100 millones de euros para desarrollar el uso de la bicicleta (Choose Paris Region, 2025).

Como resultado de la infraestructura, la seguridad, políticas públicas y cultura ciudadana, en 2008 en la ciudad de Ámsterdam el 38% de todos los viajes se realizaron en bicicleta; el 50% de los residentes de Ámsterdam usaban bicicleta diariamente y el 85% al menos una vez por semana (Baptista et al., 2015). El transporte público está migrando a sistemas eléctricos con la renovación de flotas de ferris que operan eléctricamente.

Otra ciudad que se ha preocupado por el transporte es Barcelona, España, que ha impulsado la movilidad sostenible, siendo su pilar el transporte público que minimiza las emisiones contaminantes y la ocupación del espacio público, la ciudad cuenta con un programa de transporte público gratuito durante tres años dirigido a las personas que sustituyan su vehículo contaminante por el transporte público. La movilidad activa como caminar y usar la bicicleta

también se ha implementado en Barcelona; de hecho, tiene más de 1000 km de ciclovías y un sistema de bicicleta compartida con 7000 bicicletas mecánicas y eléctricas, con más de 400 estaciones. Como resultado, la movilidad es altamente eficiente en tiempos de traslado y en términos energéticos (Ajuntament de Barcelona, 2025).

En México se llevará acabo el mundial de fútbol durante el 2026; por lo cual, se espera un gran número de turistas en la CDMX y el transporte será fundamental, un estudio reciente sugiere las siguientes opciones (Haseli et al., 2024):

- Bicicletas eléctricas: son asequibles y eficientes; además, requieren menos esfuerzo físico para llegar a un punto, ayudan a reducir la contaminación del aire y, por lo tanto, son sostenibles. La CDMX promueve el uso de bicicletas, creando más km de ciclovía y teniendo estaciones de bicicletas en diferentes puntos de la ciudad.
- Metro: actualmente se están modernizando algunas líneas.
- Motos eléctricas: son eficientes, ecológicas, asequibles; sin embargo, hay pocos puntos de recarga.
- Autobuses eléctricos: son “cero emisiones”, tienen menor costo operativo (en comparación con los autobuses convencionales), son silenciosos y cómodos. Aunque existen desventajas como la infraestructura de recarga, la baja autonomía, el costo inicial y las políticas gubernamentales para respaldar esta opción.
- Minibuses eléctricos: son más ágiles y pueden ser una opción viable para algunas rutas en donde las calles son estrechas.
- Furgonetas eléctricas: son eficientes y pueden contribuir a disminuir la congestión vehicular.

4.1 Medidas para reducir la congestión vehicular

A continuación, se mencionan algunas medidas implementadas en algunas ciudades para reducir los niveles de congestión vehicular:

Tabla 7 Medidas para reducir la congestión vehicular

Implementación	Impacto	Donde se realizo
Prohibir circular de 6-10 AM y 5-9 PM a autos según terminación de placa, excepto vehículos híbridos y eléctricos (Bogotá, 2026).	Menor nivel de congestión vehicular Mayor uso de vehículos híbridos y eléctricos Mayor uso de transporte publico	Bogotá
Un carril izquierdo exclusivo para autos con más de dos ocupantes en ejes viales clave (Departamento de Transporte de los Estados Unidos, 2020a).	Menor contaminación de gases contaminantes Menor tiempo de traslado	Estados Unidos

Implementación de semáforos inteligentes utilizando algoritmos de <i>machine learning</i> buscando priorizar el flujo de autobuses y vehículos altos ocupantes (Departamento de Transporte de los Estados Unidos, 2020b).	Menor nivel de congestión vehicular	Estados Unidos
Peaje por congestión dinámico en ejes viales clave (Gobierno de Singapur, 2026).	Mayor uso de transporte publico	Singapur
Electrificación del transporte público (Secretaría de Movilidad, 2026).	Menor contaminación Mayor eficiencia en transporte publico	Mexico
Cobro por kilómetro recorrido en lugar de tenencia/verificación (Oregón, 2026).	Mejor uso de vehículos	Oregón

4.2 Discusión

En esta sección se discuten algunas de las medidas para reducir la congestión vehicular.

i) La prohibición dirigida a los vehículos de combustión para circular en ciertos horarios puede clasificarse como una medida de redistribución hacia arriba ya que sólo beneficiará a quienes tengan los recursos económicos para adquirir vehículos híbridos y eléctricos; la medida no disminuye la congestión vehicular ni la contaminación ya que ésta sólo se traslada al lugar donde se produce la energía eléctrica.

ii) El carril exclusivo para autos con más de dos ocupantes puede ser una buena medida para incentivar el uso compartido del automóvil, disminuir las emisiones por persona y disminuir la congestión vehicular.

iii) La implementación de los semáforos inteligentes debe realizarse de forma cuidadosa considerando a los peatones y ciclistas para que no resulten afectados.

iv) El peaje por congestión dinámico también es una medida de redistribución hacia arriba que sólo beneficia a las personas que cuenten con los recursos económicos para pagar la cuota.

v) La electrificación del transporte público solo reducirá la contaminación si la energía eléctrica se produce a través de fuentes limpias de energía; por ejemplo, fuentes renovables de energía como la energía solar mediante la instalación de paneles solares en estacionamientos o mediante la energía nuclear que tiene la capacidad para producir grandes cantidades de energía eléctrica.

vi) La aplicación de movilidad multimodal es una medida que puede funcionar para reducir la contaminación, los tiempos de traslado y los costos.

vii) Eliminar la tenencia y pagar por la distancia recorrida en el auto también podría verse como una medida de redistribución hacia arriba ya que quienes cuenten con mayores recursos económicos tendrán derecho a recorrer mayores distancias. Tal vez, la implementación de una medida en donde se considere una cantidad máxima de emisiones por persona podría ser más justa.

Algunas otras medidas que se proponen para reducir la congestión vehicular son:

i) Para reducir el *cruising* algunas medidas son: i) tarifa de estacionamiento en vía pública dinámica en zonas de alta demanda y ii) aplicación que muestre disponibilidad en tiempo real. Las tarifas dinámicas sólo benefician a quienes tienen dinero para pagarlas (por lo tanto, es una medida de redistribución hacia arriba) y aumentan la brecha de desigualdad. Adicionalmente, contar con estacionamientos fomenta el uso del automóvil particular y con ello la congestión vehicular. Sin embargo, sería posible implementar una aplicación que muestre la disponibilidad en tiempo real en aquellas zonas de la ciudad que cuentan con parquímetros ya que actualmente existe una aplicación para su pago.

ii) Para reducir la contaminación de $PM_{2.5}$ de los autos con más de 10 años de antigüedad, se proponen programas de chatarrización con incentivos para adquirir automóviles eléctricos o híbridos. Estas posibles soluciones benefician a las personas que tienen dinero para comprar un automóvil con menos de 10 años de antigüedad por lo tanto es una medida de

redistribución hacia arriba y en muchos casos se puede instalar un nuevo catalizador catalítico para reducir las emisiones de partículas $PM_{2.5}$.

iii) Para el problema de invasión o saturación de los carriles confinados del transporte público, las posibles soluciones pueden ser que existan más cámaras que multen automáticamente a invasores. Las multas pueden consistir en retirar la licencia para conducir o bien realizar acciones de retribución social para que no sea una medida de redistribución hacia arriba. Lamentablemente existen algunos automóviles o motocicletas con placas no visibles; por lo tanto, primero se tiene que aplicar con rigor el reglamento de tránsito.

iv) La implementación de una app en tiempo real para determinar la duración de un viaje en transporte público es una medida que parece prometedora. Sin embargo, es complicado ya que requiere una gran cantidad de información y procesamiento de datos, además de una fuerte inversión. Adicionalmente, el transporte público se encuentra saturado actualmente.

v) Para que se cumpla de manera correcta el programa de hoy no circula, una solución es que solo se pueda tener un auto exento del programa por domicilio o incluso geolocalización para evitar que se utilice el automóvil, la realidad es que se incentiva a tener más de un automóvil por domicilio para que no tenga restricciones de utilizar el automóvil cualquier día.

vi) Para tener conciencia de cuánto se contamina o qué mantenimiento le hace falta a un automóvil, una posible solución es que cada automóvil tenga un gps para saber cuántos kilómetros recorre y las emisiones asociadas; la segunda posibilidad es que se pueda visualizar el costo del combustible y el tiempo por cada viaje para saber si es más económico, más ecológico o incluso más conveniente hacer el viaje en un automóvil particular o en transporte público. Es una buena solución sólo que sería algo complicado porque implicaría un mayor costo al adquirir un automóvil, lo cual no sería viable para algunas personas.

5. Recomendaciones

En esta sección se realizan algunas recomendaciones para agilizar el transporte en la CDMX:

- Compartir el automóvil con familiares, amigos, vecinos o compañeros de trabajo para utilizarlo a su máxima capacidad y reducir costos, emisiones contaminantes y congestión vehicular.
- Mejorar la infraestructura del transporte público, más líneas de Metro (más trenes), más líneas de Metrobús (más camiones), más líneas de trolebús, más líneas de Cablebús y mayor mantenimiento. El Metro es el principal medio de transporte público masivo, seguido del Metrobús, por lo que estos dos deben de tener mayor prioridad, ampliar su infraestructura y contar con programas de mantenimiento adecuados.
- Mayor inversión en infraestructura para la movilidad activa; por ejemplo, más ciclovías, más calles peatonales, banquetas adecuadas para todas las personas (incluyendo personas con discapacidad).
- Campañas de concientización y respeto vial (se evitarían accidentes e incluso conflictos entre automovilistas, motociclistas, ciclistas, peatones, etc.)
- Respeto al reglamento de tránsito.

El impacto esperado por la implementación de estas recomendaciones es:

- El automóvil privado se estaría utilizando en su máxima capacidad por lo que reduciría la contaminación, congestión vehicular, la emisión de gases contaminantes y el costo.
- El dar mayor mantenimiento y aumentar la infraestructura del transporte público masivo, reduciría el hacinamiento, se tendrían menores tiempos de espera, se podría atender a un mayor número de usuarios, se reduciría la contaminación. También se esperaría que la gente migrará de forma voluntaria del automóvil particular al transporte público masivo.
- Al tener más y mejor infraestructura para la movilidad activa, se tendrían menos conflictos de tránsito e incluso se tendría mayor participación de movilidad activa con los beneficios a la salud que ésta implica.
- Las campañas de concientización y respeto vial tendrían como consecuencia el cumplimiento del reglamento de tránsito, de forma que sea más seguro para los peatones, ciclistas, incluso para los automóviles circular por la CDMX. Esto también podría disminuir la congestión vehicular.
- El respetar el reglamento de tránsito evitaría utilizar el carril del transporte público como estacionamiento de autos particulares, el carril confinado del Metrobús suele ser invadido por autos y motos particulares lo mismo pasa con las ciclovías que son utilizadas como zona de carga y descarga de mercancía, comercio (restaurante), apartar lugares de estacionamiento.

La migración del auto particular hacia la movilidad activa y el uso de transporte público masivo debe darse de forma natural a medida que sea más eficiente, cómodo y seguro trasladarse con estas alternativas ya que son más asequibles y tienen un menor impacto ambiental.

6. Conclusiones

El transporte actual no es amigable con el planeta, ya que impacta desde su construcción, su uso y al final de su vida útil (desecho); también impacta en la calidad de vida de las personas ya que ocasiona congestión vehicular, ruido, accidentes, vibraciones y provoca la contaminación del aire; lo cual, causa graves daños en la salud y en la economía.

El transporte eléctrico sólo disminuirá las emisiones de CO₂ si existe una transición hacia las energías limpias (fuentes renovables o energía nuclear); en este momento en que ~83% de la energía eléctrica se produce a partir de fuentes fósiles sólo se trasladan las emisiones de CO₂ a los lugares donde se produce la energía eléctrica, sin tener una disminución real.

Existen muchos vehículos particulares como automóviles y suvs que en promedio transportan sólo 1.5 pasajes; por lo cual, están subutilizados, esto contribuye a la congestión vehicular y provoca mayores tiempos de traslado que se ven reflejados en más emisiones contaminantes y un impacto negativo en la calidad de vida de los habitantes de la CDMX.

Si el 10% de las personas que utilizan automóvil diariamente en la CDMX migrara al transporte público se ahorrarían 50.7×10^6 MJ y se evitarían emitir 3.2 mil toneladas de CO₂.

El uso de transporte público masivo conlleva beneficios ambientales y energéticos, pero también existen desventajas como mayor tiempo de traslado, infraestructura insuficiente y hacinamiento. Por lo que, hacer la transición de uso de automóvil al transporte público será algo complicado por falta de inversión en infraestructura.

La congestión vehicular en la CDMX se puede disminuir migrando del uso de automóvil particular al transporte público masivo; sin embargo, la infraestructura actual del transporte público masivo (Metro y Metrobús) es insuficiente para sustituir al automóvil particular. De hecho, contar con la infraestructura de transporte público necesaria representa un enorme reto debido a que se tendría que triplicar la capacidad actual del Metro. Por lo cual, es urgente comenzar a realizar una fuerte inversión en infraestructura tanto para el transporte público como para la movilidad activa.

7. Referencias

- Ajuntament de Barcelona. (2025). *Alternativas de transporte*.
<https://ajuntament.barcelona.cat/qualitataire/es/zona-de-bajas-emisiones/alternativas-de-transporte>
- Baptista, P., Pina, A., Duarte, G., Rolim, C., Pereira, G., Silva, C., & Farias, T. (2015). From on-road trial evaluation of electric and conventional bicycles to comparison with other urban transport modes: Case study in the city of Lisbon, Portugal. *Energy Conversion and Management*, 92, 10–18.
<https://doi.org/10.1016/j.enconman.2014.12.043>
- Bertha Teresa Ramírez. (2025, febrero 26). *Operadores buscan evolución del servicio ante posible desaparición de taxis*.
<https://www.jornada.com.mx/noticia/2025/02/26/capital/operadores-buscan-evolucion-del-servicio-ante-posible-desaparicion-de-taxis-2274#:~:text=Seg%C3%BAn%20datos%20oficiales%2C%20de%20140,mil%20y%20van%20en%20aumento>
- Bogotá. (2026, mayo 19). *Movilidad*. https://bogota.gov.co/mi-ciudad/movilidad?utm_source=chatgpt.com
- Bruno Dagio. (2023, mayo 17). *¿Usas taxi? Estas son las tarifas para CDMX durante 2023*. <https://www.eluniversal.com.mx/autopistas/usas-taxi-estas-son-las-tarifas-para-cdmx-durante-2023/>
- Choose Paris Region. (2025). *Mobility & Transportation*.
<https://www.chooseparisregion.org/es/sectores/movilidad-y-transporte>
- Ciudad de México. (2026, mayo 12). *Hoy No Circula*.
- Ciudad de México (CDMX). (2021, enero 4). *Garantiza STC servicio médico para sus trabajadores y derechohabientes*.
<https://www.metro.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/garantiza-stc-servicio-medico-para-sus-trabajadores-y-derechohabientes>
- Ciudad de México (CDMX). (2025a, septiembre 22). *Cablebús*.
- Ciudad de México (CDMX). (2025b, septiembre 22). *CONFORMACIÓN DE UN TREN DEL METRO*.
- Ciudad de México (CDMX). (2025c, septiembre 22). *Operación en el Metro*.
- Ciudad de México (CDMX). (2025d, septiembre 22). *Preguntas frecuentes*.
- Comisión Nacional de los Salarios Mínimos. (2025, diciembre 3). *Incremento a los Salarios Mínimos para 2026*.

Comisión Reguladora de Energía. (2025). *FACTOR DE EMISIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL 2024* .

Departamento de Transporte de los Estados Unidos. (2020a, marzo 12). *Guía del Programa Federal de Ayuda para Carreteras sobre Carriles para Vehículos de Alta Ocupación (HOV, por sus siglas en inglés) - Septiembre de 2016*.
https://ops.fhwa.dot.gov/freewaymgmt/hovguidance/?utm_source=chatgpt.com

Departamento de Transporte de los Estados Unidos. (2020b, mayo 28). *Medidas de eficacia y guía de validación para tecnologías de control de señales adaptativas*.
https://ops.fhwa.dot.gov/publications/fhwahop13031/?utm_source=chatgpt.com

Ecobici. (2024, enero 12). *Ciclovías en la Ciudad de México*.
<https://ecobici.cdmx.gob.mx/ciclovias-en-la-ciudad-de-mexico/>

Eduardo Ruiz-Healy. (2024). Los habitantes de la CDMX perdemos 152 horas al año frente al volante. *El economista* .

Gobierno de Singapur. (2026, mayo 12). *Prueba de nuevas señales y marcas viales bajo el ERP 2*.
<https://www.lta.gov.sg/content/ltagov/en/newsroom/2026/5/news-releases/trial-new-road-signs-markings-erp-2.html>

Haseli, G., Rahnamay Bonab, S., Hajiaghaei-Keshteli, M., Jafarzadeh Ghouschi, S., & Deveci, M. (2024). Fuzzy ZE-numbers framework in group decision-making using the BCM and CoCoSo to address sustainable urban transportation. *Information Sciences*, 653, 119809.
<https://doi.org/10.1016/j.ins.2023.119809>

Hilda Castellanos. (2024, mayo 30). *2024 “empata” primer lugar como año con más contingencias en CDMX*. https://www.excelsior.com.mx/comunidad/2024-empata-primer-lugar-como-ano-con-mas-contingencias-en-cdmx/1654910?utm_source=chatgpt.com

IEA. (2025a, marzo 5). *¿Cuánto CO2 emite el sistema energético global?*
<https://www.iea.org/world/emissions>.

IEA. (2025b, marzo 6). *¿Cómo se utiliza la energía a nivel mundial?*
<https://www.iea.org/world/efficiency-demand>.
<https://www.iea.org/world/efficiency-demand>

IEA. (2025c, marzo 6). *¿Cómo se utiliza la energía en México?*

IEA. (2025d, marzo 6). *¿Cuánto CO2 emite México?*

INEGI. (2021). *ESTADÍSTICA DE TRANSPORTE URBANO DE PASAJEROS* .

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2025a, mayo 16). *Parque vehicular*. <https://www.inegi.org.mx/temas/vehiculos/>.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2025b, mayo 16). *Venta de vehículos híbridos y eléctricos por entidad federativa*. https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/interactivos/?px=RAIAVL_11&bd=RAIAVL.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2026, enero 26). *Usa la estadística y la geografía para descubrir México*. https://cuentame.inegi.org.mx/descubre/conoce_tu_estado/tarjeta.html?estado=09
- Jazmín González. (2024, julio 9). *Esto cuesta el transporte público en CDMX en julio 2024*.
- Jonás López. (2024, mayo 22). *Desde 2016, CDMX no registraba 10 Contingencias en un año... ¡Y las que faltan!* https://www.excelsior.com.mx/comunidad/desde-2016-cdmx-no-registraba-10-contingencias-ambientales/1653456?utm_source=chatgpt.com
- Laura Arana. (2024, diciembre 30). *Más de un millón de personas abordan la Línea 3 del Cablebús*. <https://www.eluniversal.com.mx/metropoli/mas-de-un-millon-de-personas-abordan-la-linea-3-del-cablebus/>
- McCray, T. (2009). Engaging disadvantaged populations in transport studies: Linking modal use and perceptions of safety to activity patterns. *Research in Transportation Economics*, 25(1), 3–7. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2009.08.002>
- Munim, Z. H., & Noor, T. (2020). Young people's perceived service quality and environmental performance of hybrid electric bus service. *Travel Behaviour and Society*, 20, 133–143. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2020.03.003>
- Oregón. (2026, mayo 12). *OReGO es un programa de pago por milla para vehículos de pasajeros en Oregón*. <https://www.oregon.gov/odot/orego/Pages/default.aspx>
- Pietrzak, K., Pietrzak, O., & Montwiłł, A. (2021). Light Freight Railway (LFR) as an innovative solution for Sustainable Urban Freight Transport. *Sustainable Cities and Society*, 66, 102663. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102663>
- Proceso. (2021, agosto 26). *Línea 2 del Cablebús obtiene récord Guinness por ser el teleférico urbano más largo del mundo*. <https://www.proceso.com.mx/nacional/cdmx/2021/8/26/linea-del-cablebus-obtiene-record-guinness-por-ser-el-teleferico-urbano-mas-largo-del-mundo-270701.html>

- Scrap Car Comparison Limited. (2025, mayo 16). *¿Cuál es el país más barato para tener un coche?*
- Secretaría de Energía. (2023). *BALANCE NACIONAL DE ENERGÍA 2022*.
<https://base.energia.gob.mx/BNE/BalanceNacionalDeEnerg%C3%ADa2022.pdf>
- Secretaría de Energía. (2025). *Balance Nacional de Energía 2023*.
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/977268/Balance_Nacional_de_Energ_a_2023.FINAL06.02.2025.1.pdf
- Secretaría de Movilidad. (2025, agosto 7). *BOL: REGISTRA ECOBICI HASTA 25 MIL VIAJES EN HORAS PICO*.
<https://www.semovi.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/bol-registra-ecobici-hasta-25-mil-viajes-en-horas-pico>
- Secretaría de Movilidad. (2026, mayo 12). *Programas de mejora del Transporte Público*. <https://www.semovi.cdmx.gob.mx/programas-de-mejora-del-transporte-publico>
- Statista Daily Data, & María Florencia Melo. (2023, julio 18). *Los países más caros para tener un automóvil*.
- Temístocles diputado Cuauhtémoc. (2023). *Proposición con Punto de Acuerdo de urgente y obvia resolución por el que se exhorta a diversas autoridades del Gobierno de la Ciudad de México para realizar diversas acciones que garanticen el derecho a la movilidad de las personas en la Colonia Centro Histórico, en la Alcaldía Cuauhtémoc*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://www.congresocdmx.gob.mx/media/documentos/44ac3eef737615f84fc2d1592066212612c3bbc8.pdf>
- tomtom. (2025, mayo 9). *Traffic Index ranking | TomTom Traffic Index*.
<https://www.tomtom.com/traffic-index/ranking/>
- Tsai, Y.-T., Yu, C.-H., & Boonprakob, R. (2021). Assessing carpooling drivers and barriers: Evidence from Bangkok, Thailand. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 82, 84–95.
<https://doi.org/10.1016/j.trf.2021.07.017>