CORREDORES DE TRANSPORTE PÚBLICO: UNA ACCIÓN PARA REDUCIR CO_2 DENTRO DE LA ZMVM

EL PODER DEL CONSUMIDOR

EL PODER DEL CONSUMIDOR

CORREDORES DE TRANSPORTE PÚBLICO:
UNA ACCIÓN PARA REDUCIR CO_2 DENTRO DE LA ZMVM

Elaboración del documento:
Víctor Alvarado
Con la colaboración de Vianey Macías

Diseño editorial:
Sandra M. Platas
Norma Elizalde

Fotografías:
Dzilam Méndez

Revisión:
Denise Rojas

Abril, 2018

ÍNDICE

- **Tablas, figuras, esquemas y gráficas** 2
- **Introducción** 3
- **Resumen Ejecutivo** 4

1. Emisiones y transporte en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) 6

1.1 Emisiones de dióxido de carbono equivalente (CO_2e) en la ZMVM 6

1.2 Transporte y emisiones 6

2. La necesidad de renovar la flota y el esquema del transporte público en la ZMVM 7

3. Corredores de transporte público evaluados dentro de la ZMVM 9

3.1 Metodología 9

3.1.1 Selección de corredores BRT y transporte público concesionado evaluados 10

4. Resultados de líneas BRT en la ZMVM 13

4.1 Reducción de CO_2 en BRT por usuarios que dejaron su automóvil en horas de máxima demanda 14

4.2 Reducción de CO_2 en BRT de acuerdo a la demanda diaria por kilómetro recorrido contemplando usuarios que dejaron su automóvil 15

4.3 Reducción de CO_2 en BRT por kilómetro recorrido de usuarios que anteriormente viajaban en servicios tipo microbús 17

5. Resultados de corredores de transporte público concesionado en la ZMVM 18

5.1 Ciudad de México 19

5.1.1 Reducción de CO_2 en corredores de transporte público de la CDMX por servicios en horas pico 19

5.1.2 Reducción de CO_2 en corredores de transporte público de la CDMX de acuerdo a la demanda diaria 20

5.2 Estado de México 21

5.2.1 Reducción de CO_2 en corredores de transporte público con modelo hombre-camión en el Estado de México por servicios en horas pico 21

6. Transporte público vs. automóvil particular en la ZMVM 23

6.1 El caso en la Ciudad de México 24

6.2 El caso en los municipios metropolitanos del Estado de México 26

- **Conclusiones** 27
- **Referencias bibliográficas** 28

TABLAS, FIGURAS, ESQUEMAS Y GRÁFICAS

- **Tablas**
  - **Tabla 1.** Emisiones de Gases de Efecto Invernadero por entidad en la ZMVM 6
  - **Tabla 2.** Porcentajes de viajes producidos en el Estado de México con destino a la Ciudad de México 10
  - **Tabla 3.** Sistemas de transporte público evaluados en la ZMVM 11
  - **Tabla 4.** Reducción de CO_2 en BRT por servicios en horas de máxima demanda (usuarios que dejaron su automóvil) 14
  - **Tabla 5.** Reducción de CO_2 en BRT por kilómetro recorrido de acuerdo a la demanda diaria (usuarios que dejaron su automóvil) 16
  - **Tabla 6.** Reducción de CO_2 por que anteriormente viajaban en servicios tipo microbús (por kilómetro recorrido) 17
  - **Tabla 7.** Reducción de CO_2 en corredor empresarial de la Ciudad de México en horas de máxima demanda 19
  - **Tabla 8.** Reducción de emisiones en corredor empresarial de la Ciudad de México por kilómetro recorrido de acuerdo a la demanda diaria 20
  - **Tabla 9.** Ocupación vial corredor empresarial vs. automóvil particular en horarios de máxima demanda 21
  - **Tabla 10.** Reducción de CO_2 en corredores en el Estado de México 22
  - **Tabla 11.** Diferencia en un kilómetro recorrido entre transporte público concesionado y automóvil particular en la Ciudad de México 24
  - **Tabla 12.** BRT vs. automóvil particular en el Estado de México 26

- **Figuras**
  - **Figura 1.** Reparto por servicio de transporte de pasajeros en la Ciudad de México 7
  - **Figura 2.** Emisiones de CO_2 por kilómetro recorrido por pasajero 9
  - **Figura 3.** Mapa de corredores evaluados en la ZMVM 12

- **Esquemas**
  - **Esquema 1.** Transporte público concesionado en la Ciudad de México 8
  - **Esquema 2.** Transporte público concesionado en el Estado de México 8

- **Gráficas**
  - **Gráfica 1.** Reducción de CO_2 y retiro de automóviles por el uso de BRT 16

INTRODUCCIÓN

En México el sector autotransporte[I] ocupa el primer lugar en la generación de gases de efecto invernadero (GEI), su valor representa el 23% de las emisiones en el país, es decir, 152,891.01 Gigagramos de Dióxido de Carbono equivalente (Gg de CO_2e) al año.[1] La situación es similar para la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) donde las fuentes móviles (vehículos motorizados) concentran el 49% del total de emisiones, generando 27,510,211 toneladas de Dióxido de Carbono equivalente (tn de CO_2e) al año.[2] Esto se debe en gran medida, a la quema de combustibles fósiles, la alta dependencia del uso del automóvil particular y el olvido de la modernización del transporte público. Tan solo en el Estado de México las fuentes móviles concentran 14,006,202 tn/año de CO_2e y en la Ciudad de México 13,504,009 tn/año de CO_2e, es decir, 51% y 49% de las emisiones.

Lo anterior demuestra que la movilidad en automóvil, autobuses y camiones, representa un área que hay que atender de manera urgente en la lucha por la mitigación de GEI y reducir los efectos del calentamiento global. Una de las formas para disminuir la generación de GEI es acelerando la ejecución y operación de más sistemas de transporte público dentro de la ZMVM. Sin embargo, estos deben funcionar bajo un esquema profesionalizado e integrado con otros sistemas de transporte, además de contar con tecnologías más limpias y amigables con el medio ambiente. Su correcta ejecución no solo permite la reducción de gases de efecto invernadero sino también permite reordenar la ciudad; recuperar y rehabilitar el espacio público; mejorar la calidad de vida, la competitividad y productividad de sus habitantes; da certidumbre en los tiempos de viaje y seguridad; garantiza el derecho a la movilidad y a la accesibilidad; reduce hechos de tránsito sobre corredores viales donde se oferte el servicio; mejoran la calidad del aire; dan la opción de articulación con opciones de movilidad activa como la presencia de senderos peatonales y ciclovías; es decir, las ciudades se vuelven más humanas.

Por ello, la evaluación que se presenta en este documento evidencia de forma práctica la reducción de emisiones de CO_2[II] derivado del cambio modal. Es decir, dejar de usar el automóvil particular y servicios tipo microbús y utilizar sistemas BRT (Metrobús y Mexibús) y transporte público concesionado (TPC) con esquema empresarial dentro de la ZMVM. Estos sistemas de transporte público en los últimos 13 años han comenzado a desarrollar una movilidad integral y sustentable que permiten, por un lado, reducir emisiones contaminantes y por el otro, lograr un cambio modal de alta relevancia. La ejecución de BRT's ha permitido que del 15% al 17% de sus usuarios hayan dejado su automóvil en casa y el esquema de TPC ha logrado sustituir microbuses y vagonetas altamente contaminantes con una vida de más de 20 años en promedio por unidades nuevas y de tecnologías más limpias.

[I] Se considera solo autotransporte con consumo de diésel y gasolina, su generación corresponde a 64,434.76 y 88,456.25 Gigagramos de CO_2e respectivamente de acuerdo con el Primer Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, 2015.

[II] Gas de mayor concentración dentro del conjunto de gases cubierto por el protocolo de Kioto. En México el CO_2 representa 75.1% del total de gases de efecto invernadero de acuerdo con el Primer Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, 2015.

RESUMEN EJECUTIVO

Este estudio muestra la reducción de Dióxido de Carbono (CO_2) dentro de la Zona Metropolitana del Valle de México mediante el uso de sistemas BRT (Autobuses de Tránsito Rápido, localmente denominados Metrobús y Mexibús) y transporte público concesionado con esquema empresarial comparado con los viajes que se pudieran hacer en automóvil particular o en transporte público tipo microbús.[III] Para poder evidenciar la reducción del principal Gas de Efecto Invernadero (GEI) se estudiaron 11 líneas[IV] BRT dentro de la ZMVM; 9 empresas de transporte público concesionado, un corredor Cero Emisiones en la Ciudad de México y 4 derroteros con modelo operativo hombre-camión en municipios del Estado de México.

Para el cálculo de la reducción de CO_2 de los distintos corredores evaluados se tomó en cuenta los servicios en horas pico y la demanda total de la ruta. Para los servicios en hora pico se requirió el promedio de usuarios que se mantienen abordo de terminal a terminal junto con los kilómetros recorridos. Para el otro caso se requirió conocer la demanda total del servicio por día. En ambos casos los factores de generación de CO_2 por km recorrido corresponde a fuentes consultados como SEDEMA y Metrobús.

Sistemas BRT en la ZMVM

Los usuarios de BRT que dejaron de usar su automóvil, presentan una reducción de 95% de sus emisiones de CO_2. Esto se debe a que por cada usuario transportado en un kilómetro de BRT se emiten 12.3 gramos de Dióxido de Carbono (g de CO_2), en tanto si lo hace en su automóvil el valor aumenta a 261 g de CO_2 por kilómetro recorrido. De la sustitución de microbuses por un BRT en los corredores evaluados, se reduce el 56% de las emisiones por cada usuario que recorra un kilómetro (cuando los viajes se realizaban en microbús se generaban 28.2 g de CO_2 por cada kilómetro recorrido).

En horas de máxima demanda (HMD, horas pico)

Las líneas BRT mantienen una ocupación promedio de 113 usuarios por un servicio completo (de terminal a terminal), es decir, el 70.6% de su capacidad mientras en un automóvil en promedio solo mantiene una capacidad del 30%.

De los usuarios de las 11 líneas BRT que dejaron de usar su automóvil y por cada servicio que hagan dentro del periodo de “hora pico” se puede reducir por lo menos 244,573 kg de CO_2 anuales -valor que aumenta conforme al número de servicios que se puedan hacer en este periodo-. Además, logran el retiro de 141 automóviles particulares con una ocupación de 1.5 personas, el equivalente a la recuperación del espacio vial del 92% por cada servicio que se haga a lo largo de este horario.[V]

De la demanda diaria de las 11 líneas BRT

De la demanda diaria de usuarios que dejaron de usar su automóvil se reducen 17,229 tn de CO_2 anualmente por cada kilómetro recorrido. De esta

[III] Los resultados dentro del Resumen Ejecutivo son estimaciones a partir de cálculos con indicadores establecidos de diversas fuentes bibliográficas y el registro de datos en campo. Los cálculos se detallan específicamente a lo largo de este documento.
[IV] Se evaluaron 9 líneas BRT en la ZMVM, más la estimación de resultados de 2 líneas. Metrobús L7 para la Ciudad de México que esta en pre-operación (a la fecha 28 de febrero de 2018) y Mexibús L4 que corresponde al Estado de México (se encuentra en construcción y se espera entre en operación a mediados de 2018).
[V] El valor de 1.5 personas corresponde a uno de los resultados de la Encuesta Origen-Destino 2017 en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (INEGI,2018).

cantidad 13,043 tn de CO_2 corresponde a siete líneas de Metrobús y 4,185 tn de CO_2 a cuatro líneas de Mexibús. Bajarse del automóvil y subirse a un BRT representa el retiro de 184,099 automóviles particulares sobre las vialidades, de esta cantidad, Metrobús retira 139,400 vehículos y Mexibús 44,699 vehículos.

En tanto los usuarios que anteriormente viajaban en microbuses y ahora lo hacen en una línea BRT (usuarios directos) reducen hasta 5,335 tn de CO_2 anualmente.

Transporte público concesionado ZMVM

Los habitantes de la ZMVM efectúan 34.56 millones de viajes en un día entre semana, de ellos, 15.57 millones se realizan en transporte público (44.78%), exclusivamente caminando 11.15 millones de viajes (32.07%) y en bicicleta 0.72 millones de viajes (2.07%). Sin embargo, las autoridades siguen beneficiando a la infraestructura para el automóvil con el 53% de los fondos de inversión federal.

Ciudad de México

De 9 corredores con esquema empresarial evaluados, la sustitución del modelo hombre-camión por un esquema empresarial permite reducir 11,666 kg de CO_2 anuales, quitando de las vialidades a 311 automóviles en ambos casos el resultado corresponde a cada servicio que se realice en "horas pico." En tanto, de la demanda diaria la reducción anual corresponde a 1,126,090 kg de CO_2 por kilómetro recorrido. Si las condiciones de movilidad y transporte continúan bajo el esquema de un transporte público de baja calidad, carente de conectividad e inseguro se corre el riesgo que los usuarios de los 9 corredores evaluados opten por usar un automóvil particular, lo que representaría un aumento en la generación de emisiones del 92% en horas de máxima demanda.

El estudio también evaluó el sistema Cero Emisiones de Trolebús sobre la avenida Eje Central para evidenciar sus beneficios. Este servicio en "horas pico" ofrece la circulación de 22 trolebuses por hora y traslada de 1,848 hasta 2,200 pasajeros. En contraste, en el mismo periodo y en la misma vialidad, transitan 2,896 automóviles, lo que representa la emisión de 504 kg de CO_2 por cada kilómetro recorrido en viajes con 1.5 personas o hasta 756 kg de CO_2 para viajes con una sola persona.

Estado de México

Ante la ausencia de corredores con "esquema empresarial" en los municipios metropolitanos del Estado de México, se realizó un diagnóstico en cuatro corredores que por su relevancia y conectividad metropolitana pueden a la brevedad profesionalizarse y reducir CO_2. Los resultados indican que del conjunto de corredores evaluados por un servicio en "horas pico" y en términos anuales se lograría una reducción de 9,492 kg de CO_2 en un esquema empresarial o bien 20,962 kg de CO_2 si en ellos operaran servicios como el Mexibús. De no hacer alguna modificación como es renovar la flota actual por unidades de mayor capacidad con tecnologías más limpias, se continuará contribuyendo anualmente con 37,178 kg de CO_2 por cada servicio que se haga en "horas pico."

Los resultados obtenidos por este estudio revelan la urgencia ante la cual deben actuar las autoridades correspondientes a nivel federal, estatal y municipal referidos a movilidad, transporte, calidad del aire en la ZMVM, brindando financiamiento dirigido a desarrollar, planear y ejecutar un transporte público de alta capacidad, profesionalizado e integrado y con tecnologías más amigables con el medio ambiente. A su vez, se debe continuar con una política orientada en lograr que los usuarios modifiquen sus modos de transporte, priorizando los modos no motorizados y el transporte público, de ser así se lograrían reducir GEI, mejorar la movilidad y calidad del aire.

1. EMISIONES Y TRANSPORTE EN LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO (ZMVM)

1.1 Emisiones de dióxido de carbono equivalente (CO_2e) en la ZMVM

El Inventario de Emisiones de la Ciudad de México-2014 elaborado por la Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) indica que se emiten alrededor de 56.2 millones de toneladas de Dióxido de Carbono equivalente al año (tn/año de CO_2e) en la ZMVM, lo que representa casi el 8% de las emisiones nacionales (SEMARNAT-INECC, 2012); de estas, el 49% derivan del uso de vehículos motorizados (fuentes móviles) siendo el principal sector generador de emisiones de CO_2e en la región. Del análisis metropolitano la Ciudad de México (CDMX) contribuye con 13.5 millones de tn/año de CO_2e y el Estado de México (EDOMEX) con 14 millones de tn/año de CO_2e (Tabla 1).

1.2 Transporte y emisiones

De acuerdo con la Encuesta Origen-Destino 2017 en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México, esta región realiza 6.6 millones de viajes en automóvil en un día entre semana y de los 3.05 millones de automóviles disponibles en hogares de esta metrópoli, cerca del 70%[3] puede circular diariamente. De esta masa vehicular por cada automóvil particular que recorra un kilómetro con un conductor abordo se genera hasta 261 gramos de Dióxido de Carbono (g de CO_2). Esto trae consigo una mala calidad del aire y altos índices de gases de efecto invernadero debido a la cantidad de combustibles requerida, extensas longitudes recorridas y la generación de congestionamientos viales.

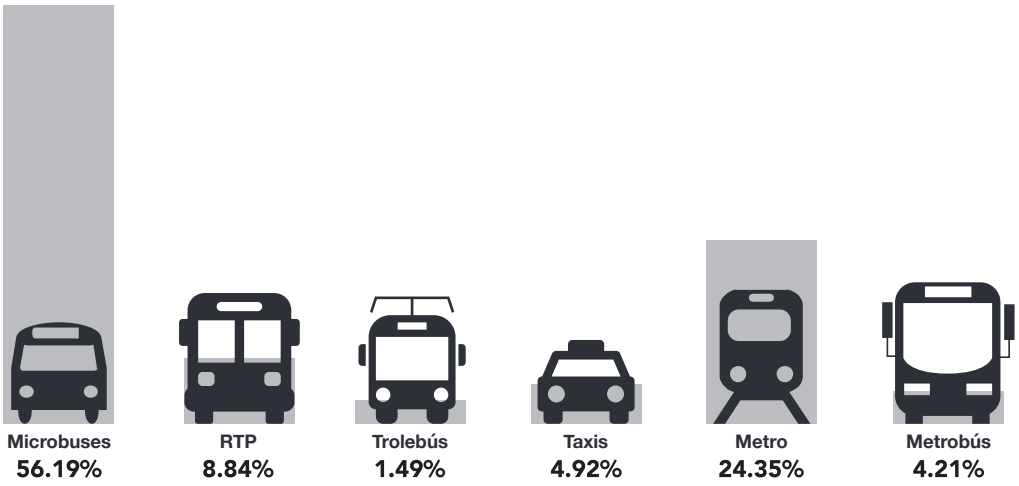
En contraste, se llevan a cabo 15.57 millones de viajes en transporte público, es decir, 44.78% de los viajes totales (34.56 millones). El servicio se ofrece en unidades que generan de 12.3 g de CO_2 hasta 28.2 g de CO_2 por cada kilómetro recorrido (Metrobús, 2016 y SEDEMA, 2016 respectivamente). Sin embargo, predominan el uso de servicios más contaminantes y carentes de tecnologías limpias, como son los microbuses y vagonetas con 11.54 millones de viajes. Para la Ciudad de México el servicio de microbuses atiende el 56.19% la demanda de usuarios (Figura 1).

Tabla 1. Emisiones de Gases de Efecto Invernadero por entidad en la ZMVM

Fuente contaminante	Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en CO_2e (toneladas al año)		
	CDMX	EDOMEX	ZMVM
Móviles	CO_2 13,504,009	CO_2 14,006,202	CO_2 27,510,211

Fuente: Elaboración propia con datos del Inventario de Emisiones de la CDMX-2014, 2016.

Figura 1. Reparto por servicio de transporte de pasajeros en la Ciudad de México



Fuente: CTSEMBARQ-México, Proyecto de Transformación del Transporte Público Concesionado, 2015.

2. LA NECESIDAD DE RENOVAR LA FLOTA Y EL ESQUEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO EN LA ZMVM

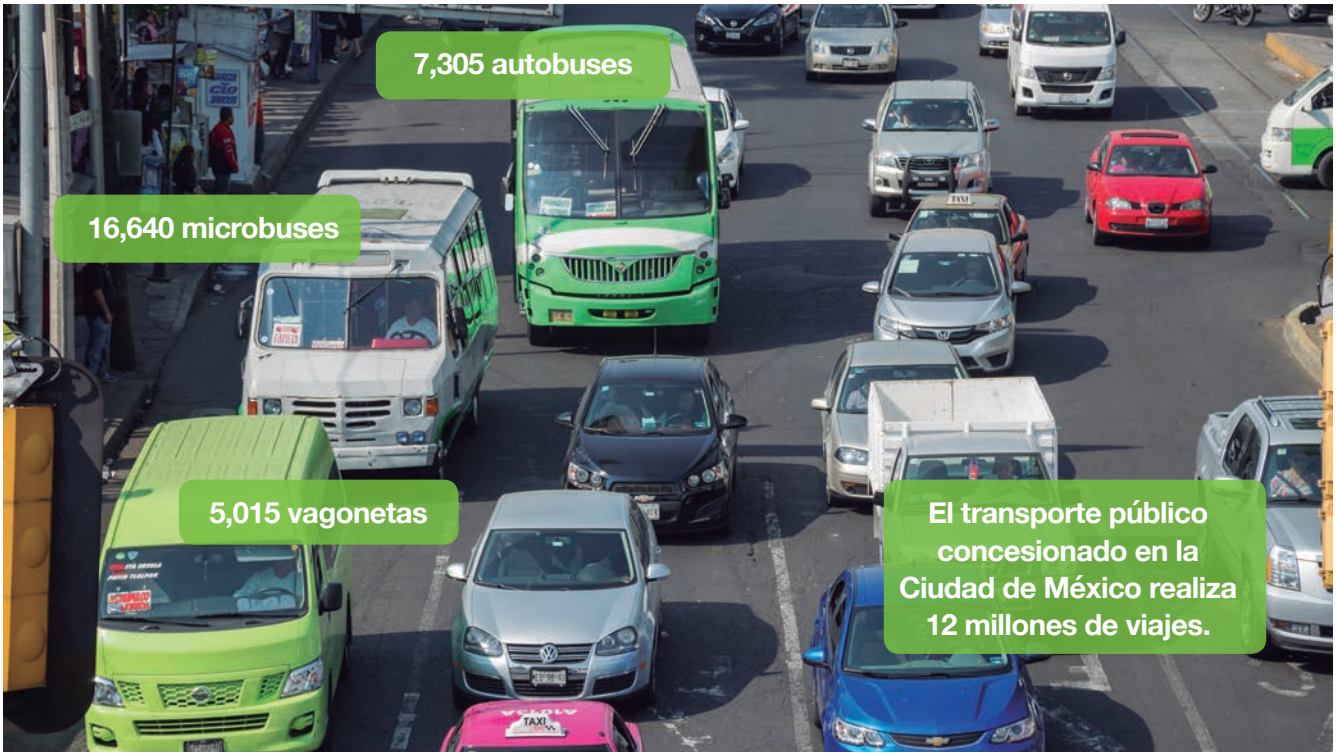
La puesta en marcha del transporte público concesionado (TPC) con un esquema empresarial, busca eliminar el modelo-hombre camión, las concesiones individuales, el retiro de microbuses y unidades de baja capacidad altamente contaminantes, no obstante, el proceso ha sido lento en la ZMVM.

Para la Ciudad de México en 2015 se contaban con 28,960 unidades de transporte público concesionado que realizaban 12 millones de viajes, el servicio se ofertaba con 16,640 microbuses con más de 20 años en promedio,[4] en unidades altamente contaminantes. A su vez de los 1,240 ramales registrados (compuesta por 105 rutas) a inicios del 2018, solo se tenían 21 empresas[5] de transporte público -servicio profesionalizado y que adquiere unidades de mayor capacidad con tecnologías más amigables al medioambiente- que se estima logró retirar 4,694 vehículos de baja capacidad y absorber 21 ramales.

En el Estado de México la información que se tiene sobre su flota vehicular, resulta alarmante, ya que cuenta con unidades de hasta más de 30 años de antigüedad y se compone de 55,904 unidades,[6] en donde predominan las vagonetas (67%), autobuses (23%) y microbuses (10%). Además, el estado ofrece el servicio con 967 empresas concesionadas donde 605 operan en la ZMVM, que por la composición de su flota vehicular anteriormente descrita, la mayoría de los servicios son carentes de profesionalización y tecnologías amigables con el medio ambiente.

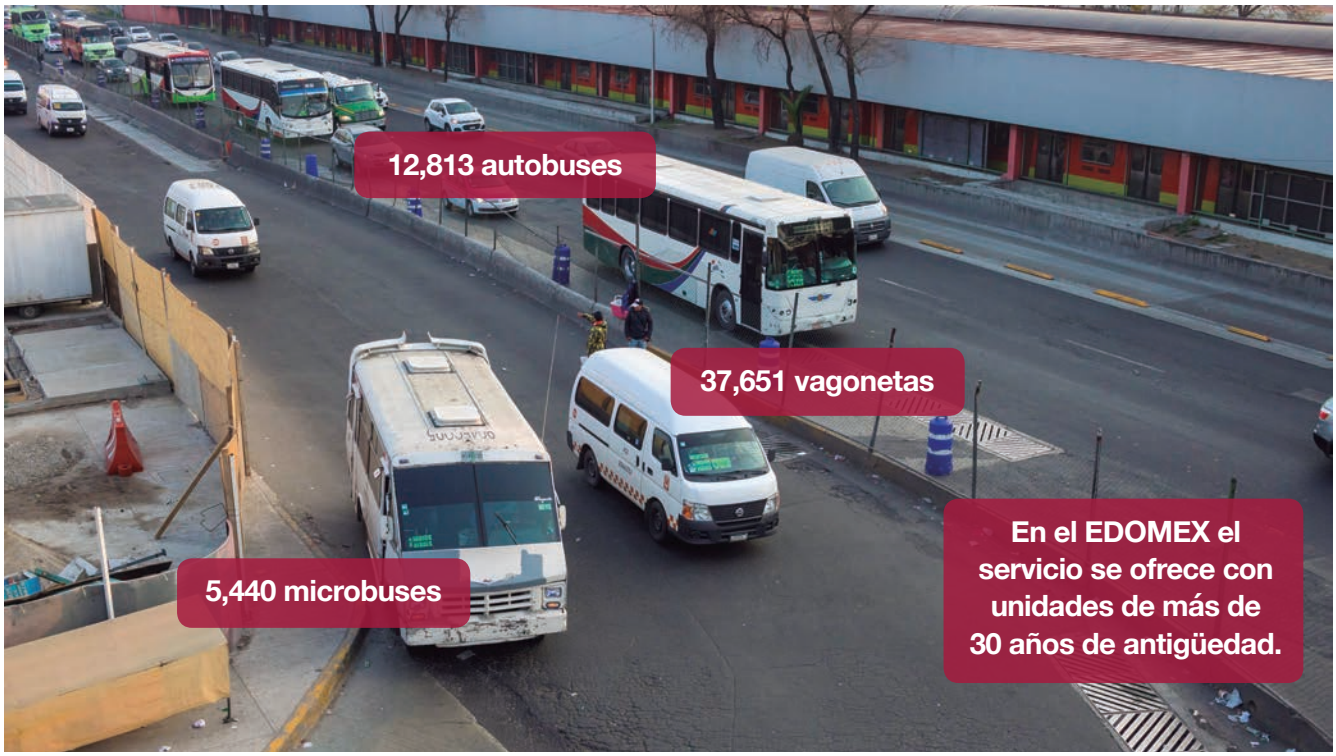
Este documento muestra cómo a través de la renovación de flota vehicular y la profesionalización del servicio que se da en los sistemas BRT (Metrobús y Mexibús) y el transporte público concesionado con esquema empresarial dentro de ZMVM se logra reducir la generación de dióxido de carbono.

Esquema 1. Transporte público concesionado en la Ciudad de México



Fuente: Elaboración propia con datos de CTSEMBARQ-MEXICO, 2015.

Esquema 2. Transporte público concesionado en el Estado de México



Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Movilidad del Estado de México, 2017.

3. CORREDORES DE TRANSPORTE PÚBLICO EVALUADOS DENTRO DE LA ZMVM

Este estudio muestra la reducción de Dióxido de Carbono dentro de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) mediante el uso de sistemas BRT (Autobuses de Tránsito Rápido, localmente denominados Metrobús y Mexibús) y transporte público concesionado (TPC) con esquema empresarial comparado con los viajes que se pudieran hacer en automóvil particular o en transporte público tipo microbuses. Para poder evidenciar la reducción del principal Gas de Efecto Invernadero (GEI) se evaluaron recorridos en horas de máxima demanda en 11 líneas BRT dentro de la ZMVM; 9 empresas de transporte público concesionado y un corredor Cero Emisiones en la Ciudad de México y 4 derroteros con modelo operativo hombre-camión en municipios del Estado de México.

3.1 Metodología

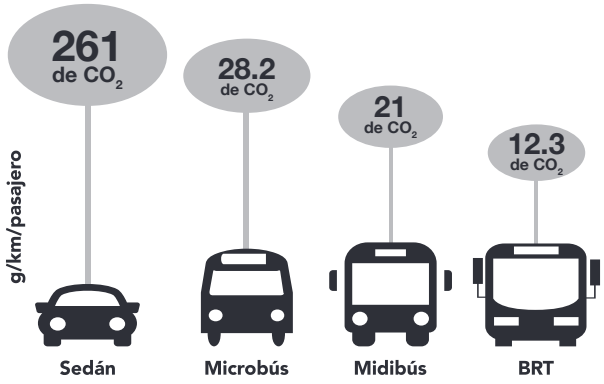
El estudio técnico fue realizado en los meses de marzo a junio de 2017 a cargo de la Ingeniera en Transporte Vianey Macías Martínez,[VI] misma que realizó la selección y análisis de corredores viales por donde operan servicios profesionalizados de transporte público, a su vez, colaboró con la formulación de la metodología de evaluación junto con Víctor Hugo Alvarado Ángeles Coordinador del área de movilidad y cambio climático en El Poder del Consumidor.

El levantamiento de datos en campo se realizó en HMD (Horas de Máxima Demanda) en días laborables de lunes a viernes. Los resultados que se presentan como anuales, corresponden a un total de 251 días laborables para el año 2017.

Sobre los corredores seleccionados se registraron tiempos de viaje, kilómetros recorridos y velocidades. También, se realizaron estudios de ascenso y descenso con el fin de identificar niveles de servicio y la ocupación promedio en cada corredor en horas pico. Además, se ubicaron estaciones de mayor operación y afluencia (estaciones maestras) para realizar estudios de frecuencia de paso y ocupación visual. Adicional, en los corredores evaluados se hicieron mediciones en automóvil particular (vehículo flotante) en HMD, para simular las condiciones de viaje y operación de una persona que opta por este modo de transporte.

Para el cálculo de la reducción de CO_2 de los distintos corredores evaluados se tomó en cuenta los servicios en horas pico y la demanda total de la ruta. Para los servicios en hora pico se requirió el promedio de usuarios que se mantienen abordo de terminal a terminal junto con los kilómetros recorridos. Para el otro caso se requirió conocer la demanda total del servicio por día. En ambos casos corresponde a fuentes consultados que se puede apreciar en la Figura 2.

Figura 2. Emisiones de CO_2 por kilómetro recorrido por pasajero[VII]



Fuente: Elaboración propia con datos del Inventario de Emisiones de la CDMX-2014, 2016[7] y Metrobús[8].

[VI] Ced. Prof. 9744410. Analista de proyectos de movilidad y transporte - Consultora Independiente -

[VII] Los valores que se expresan en la Figura 2 corresponden a dos fuentes bibliográficas: la cantidad de g de CO_2 del BRT y Microbús corresponden a Metrobús y el resto de modos de transporte corresponde a la Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México.

Finalmente, para los cálculos que consideran la reducción de autos sobre las vialidades se toma el valor promedio de 1.5 personas de ocupación en un automóvil particular dato que corresponde a la Encuesta Origen-Destino 2017 en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (INEGI, 2018).

3.1.1 Selección de corredores BRT y transporte público concesionado evaluados

De acuerdo a la Encuesta Origen Destino 2007,[9] del total de viajes generados en la ZMVM el 58.4% se originan en la Ciudad de México y 41.3% en municipios del Estado de México. Se estima que, uno de cada seis viajes con origen en la Ciudad de México tiene por destino alguno de los municipios del Estado de México mientras que, de los viajes generados en los municipios del Estado de México, se estima que uno de cada cuatro se dirige a la Ciudad de México.[10]

Por lo anterior, el análisis que se presenta en este documento tiene que ver más con los viajes metropolitanos con destino o dentro de la Ciudad de México. Para identificar los servicios de BRT, TPC y Hombre-Camión que pudieran realizar dicha conexión se seleccionaron los municipios del Estado de México que generan la mayor cantidad de viajes que tienen por destino la Ciudad de México, resultando en seis municipios a estudiar: Ecatepec de Morelos, Nezahualcóyotl, Tlalnepantla de Baz, Naucalpan de Juárez, Ixtapaluca, Chimalhuacán, Tultitlán y Huixquilucan como destacan en la Tabla 2.

Tabla 2. Porcentajes de viajes producidos en el Estado de México con destino a la Ciudad de México[11]

Municipio	% de viajes	Municipio	% de viajes	Municipio	% de viajes	Municipio	% de viajes
Acolman	0.08	Chiconcuac de Juárez	0	Nextlalpan	0.01	Texcoco	0.13
Amecameca	0.02	Chimalhuacán	0.88	Nicolás Romero	0.19	Tezoyuca	0.02
Atenco	0.03	Ecatepec de Morelos	3.15	Papalotla	0	Tlalmanalco	0.02
Atizapán de Zaragoza	0.51	Huehuetoca	0.04	La Paz	0.51	Tlanepantla de Baz	1.59
Coacalco de Berriozábal	0.47	Huixquilucan	0.57	San Martín de las Pirámides	0.01	Tultepec	0.09
Coyotepec	0.01	Ixtapaluca	0.94	Tecámac	0.49	Tultitlán	0.58
Cuautitlán	0.07	Jaltenco	0.06	Teoloyucan	0.03	Zumpango	0.05
Chalco	0.33	Melchor Ocampo	0.01	Teotihuacán	0.03	Cuautitlán Izcalli	0.52
Chiautla	0.01	Naucalpan de Juárez	1.27	Tepetlaoxtoc	0.02	Valle de Chalco Solidaridad	0.54
Chicoloapan de Juárez	0.45	Nezahualcóyotl	2.8	Tepotzotlán	0.02	Tonanitla	0.01
Porcentaje de viajes total con destino a la Ciudad de México				**16.55% (uno de cada seis viajes)**			

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, EOD-2007.

Derivado de la publicación el 19 de febrero de 2018 de la Encuesta Origen-Destino 2017 en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México se corroboró la viabilidad de los municipios seleccionados en la Tabla 2. El resultado ratifica los municipios seleccionados.

En los seis municipios seleccionados se realizó la selección de corredores y vialidades a las que se aplicó los estudios mencionados en la metodología de evaluación como se pueden identificar en la Tabla 3.

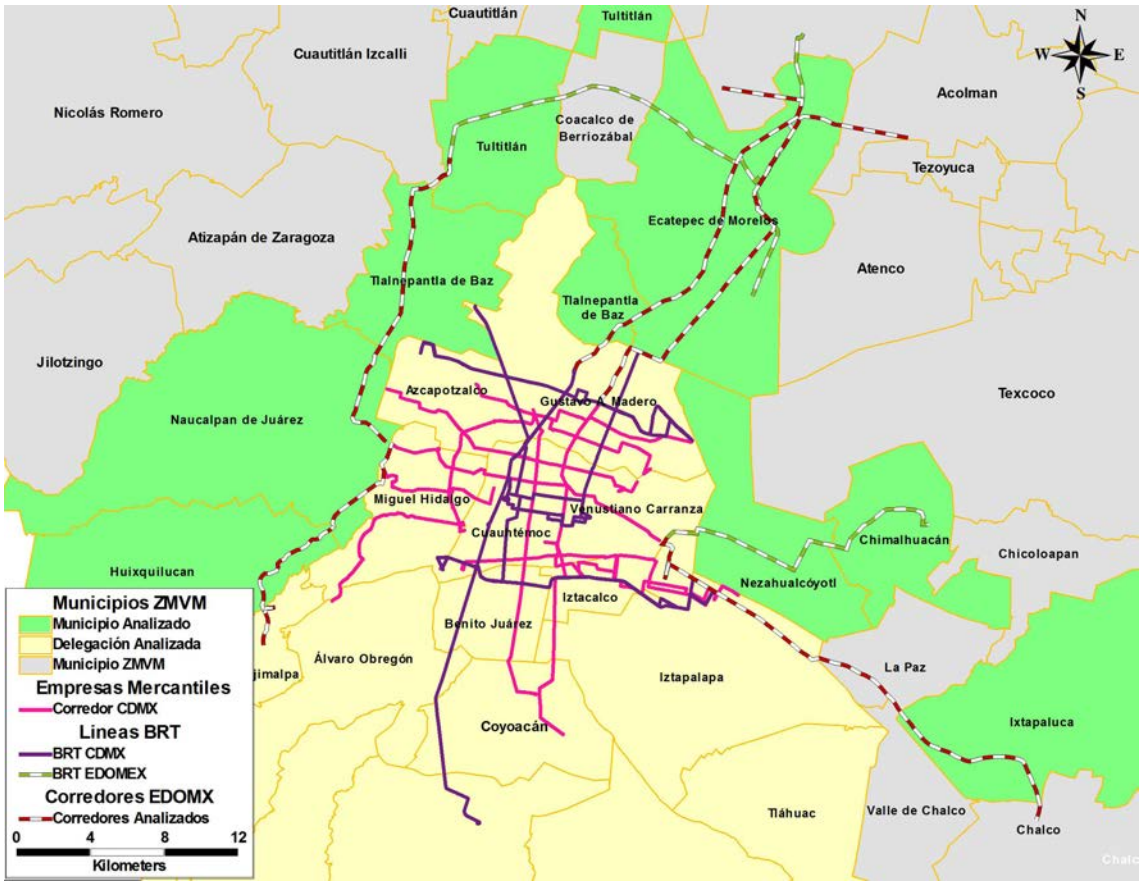
Tabla 3. Sistemas de transporte público evaluados en la ZMVM

Zona		Línea	Derrotero	Recorrido (km)	Tiempo (min)	Velocidad (km/h)
Sistemas de BRT evaluados en la ZMVM	Ciudad de México	Metrobús L1	Indios Verdes - El Caminero	30	85	21.2
		Metrobús L2	Tacubaya - Tepalcates	20	60	20.0
		Metrobús L3	Tenayuca- Etiopía	17	52	19.6
		Metrobús L4	San Lázaro - Buenavista	14.10	74	11.4
		Metrobús L5	Río de los Remedios - San Lázaro	10	24	25.0
		Metrobús L6	Villa de Aragón - El Rosario	20	65	18.5
		Metrobús L7	"Indios Verdes - Fuente de Petróleos (Valores estimados por estar en fase de pre-operación)"	15	60	15.0
	Estado de México	Mexibús L1	Ojo de Agua - Ciudad Azteca	16.40	28	35.1
		Mexibús L2	La Quebrada - Las Américas	22.20	57	23.4
		Mexibús L3	Chimalhucán - Pantitlán	17.60	41	25.8
		Mexibús L4	"Tecámac - Indios Verdes (Valores estimados por estar en construcción)"	24.40	63	23.4
Corredores de Transporte Público Concesionado	Ciudad de México	ESASA	Aragón - Ceylán	13.39	81	9.9
		CEUSA	Peñón - Panteón	16.64	66	15.1
		SAUSA	Tacubaya - Valenciana	17.50	109	9.6
		COPATTSA	Pantitlán - Cuatro Caminos	17.50	90	11.7
		COTOBUSA	Lomas - San Cosme	8.10	39	12.5
		ACASA	Aragón - Chapultepec	17.17	115	9.0
		ATROLSA	Chapultepec - Lomas	11	67	9.9
		AUISA	San Antonio Abad - Tepalcates	10.99	81	8.1
		COVITENI	Martín Carrera - C. Virgen	16.60	70	14.2
		Cero Emisiones	Eje Central	16.30	70	14.0
	Estado de México	Corredor 1	Huixquilucan - Cuatro Caminos	18.30	94	11.7
		Corredor 2	Cuatro Caminos - Lechería	19.20	74	15.6
		Corredor 3	Tepexpan - Martín Carrera	28	91	18.5
		Corredor 4	Pantitlán - Chalco	30	105	17.1

Fuente: Elaboración propia con información recabada en campo (marzo a junio), 2017.

En la Figura 3 se puede observar la conexión de los corredores evaluados con los municipios enlistados, mismos que se encuentran contiguos a la CDMX o son colindantes entre sí. Cabe mencionar que para la evaluación de Líneas BRT se proyectaron los servicios de Metrobús L7 el cual se encuentra en fase de pre-operación y Mexibús L4 que está en construcción y se esperan entre en operación durante 2018[VIII] - para ello se hicieron estimaciones de acuerdo a la demanda esperada y bajo la operación actual-.

Figura 3. Mapa de corredores evaluados en la ZMVM



Fuente: Elaboración propia con datos de recorridos en campo (marzo a junio), 2017.

[VIII] El estatus mencionado para Metrobús L7 y Mexibús L4 corresponden a la fecha de 1 de marzo de 2018.

4. RESULTADOS DE LÍNEAS BRT EN LA ZMVM

4.1 Reducción de CO_2 en BRT por usuarios que dejaron su automóvil en horas de máxima demanda

Los sistemas BRT han permitido que el 17% de su demanda deje su automóvil estacionado en casa,[IX] bajo este escenario del total de usuarios de las 11 líneas BRT en viajes dentro de horas pico al año se podrían reducir 244,573 kg de CO_2 (valor que representa la suma de solo un servicio de cada línea BRT). Una persona que viaja en un BRT reduce el 95% de CO_2 que generaría si decidiera viajar en automóvil particular por cada kilómetro recorrido. Esto se debe a que por cada usuario transportado en un kilómetro de BRT se emiten 12.3 g de CO_2, en tanto si lo hace en su automóvil el valor asciende a 261 g de CO_2 por kilómetro recorrido.

En lo que se refiere a cada sistema BRT -considerando usuarios que utilizaban automóvil y ahora se transportan en BRT- Metrobús reduce por servicio en "hora pico" 149,255 kg de CO_2 y Mexibús 95,318 kg de CO_2 (Tabla 4).

Tabla 4. Reducción de CO_2 en BRT por servicios en horas de máxima demanda (usuarios que dejaron su automóvil)[X]

Línea BRT	Estancia de usuarios promedio en un servicio completo	Usuarios que dejan su auto por usar BRT (17% de la demanda)	Autos requeridos antes de un sistema BRT (ocupación de 1.5 pasajeros)	Emisiones de CO_2 si continuaran usando su auto (kg/pasajeros por viaje completo)	Emisiones de CO_2 por dejar su auto y viajar en un BRT (kg/pasajeros por viaje completo)	Emisiones reducidas de CO_2 por cambio modal (kg/pasajeros por viaje completo)	Reducción porcentual por usuarios que dejaron su auto y ahora usan un BRT	Reducción de CO_2 anual (kg)
MB L1	103	18	12	137.71	6.49	131.22	95%	32,937
MB L2	113	19	13	100.43	4.73	95.70	95%	24,021
MB L3	128	22	15	96.62	4.55	92.07	95%	23,109
MB L4	110	19	12	68.60	3.23	65.37	95%	16,407
MB L5	127	22	14	56.25	2.65	53.60	95%	13,454
MB L6	106	18	12	93.69	4.42	89.27	95%	22,407
MB L7	107	18	12	71.23	3.82	67.41	95%	16,921
Metrobús	113	19	90	624.53	29.90	594.64	95%	149,255
MX L1	124	21	14	90.11	4.25	85.86	95%	21,552
MX L2	103	18	12	101.62	4.79	96.83	95%	24,305
MX L3	109	18	12	84.88	4.00	80.88	95%	20,300
MX L4	113	19	13	121.93	5.75	116.18	95%	29,161
Mexibús	112	19	51	398.53	18.78	379.75	95%	95,318
Total ambos sistemas	**113 en promedio**	**19 en promedio**	**141 en total**	**1023 en total**	**49 en total**	**974 en total**	**95%**	**244,573 en total**

Fuente: Elaboración propia con datos recabados en campo en días hábiles y horas de máxima demanda, 2017.

[IX] El 17% de usuarios que dejaron su automóvil estacionado en casa corresponde a las encuestas elaboradas por Metrobús a sus usuarios. Para este este documento se consideró el mismo porcentaje para los BRT del Estado de México ya que no cuentan con esta información, sin embargo, su operación y flota vehicular son análogos.

[X] Los valores de emisiones por el uso del automóvil particular y un BRT se obtienen a partir de los kilómetros recorridos para cada línea BRT evaluada como se indica en la Tabla 3 "Sistemas de transporte público evaluados en la ZMVM" en este documento.

Estos corredores mantienen 113 usuarios en promedio en un viaje completo (de terminal a terminal), es decir, 70.6% de su capacidad mientras un automóvil en promedio solo mantiene una capacidad del 30%.

A su vez, por cada servicio en “horas pico” las 11 líneas BRT equivale a la recuperación del espacio vial del 92%, es decir, 141 automóviles particulares menos con una ocupación de 1.5 personas.[XI]

4.2 Reducción de CO_2 en BRT de acuerdo a la demanda diaria por kilómetro recorrido contemplando usuarios que dejaron su automóvil

De la demanda diaria de las 11 líneas BRT que dejó de usar su automóvil, se reduce anualmente 17,229 tn de CO_2 por cada kilómetro recorrido (Tabla 5). De esta cantidad 13,043 tn de CO_2 corresponde a siete líneas de Metrobús y 4,185 tn de CO_2 a cuatro líneas de Mexibús.

Bajarse del automóvil y subirse a un BRT representa el retiro de 184,099 automóviles particulares sobre las vialidades, de esta cantidad, Metrobús retira 139,400 vehículos y Mexibús 44,699 vehículos. En la Gráfica 1 se puede ver la relación entre la disminución de automóviles y la disminución de generación de CO_2.

Una persona que deja su automóvil y viaja en un BRT reduce 95% de CO_2

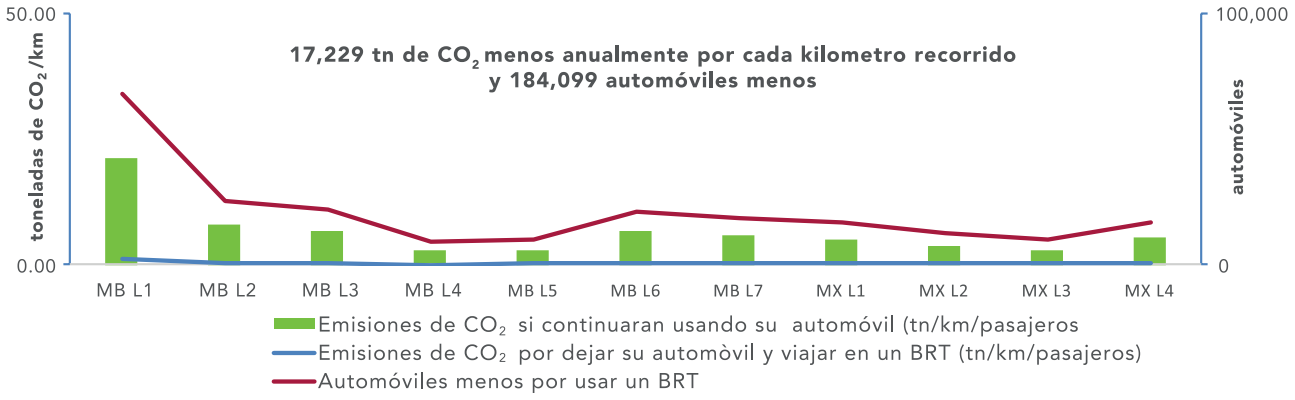
[XI] El cálculo proviene del área de dos autobuses BRT que se requieren para transportar a los 211 usuarios que viajarían en 141 automóviles. Donde el área para los automóviles equivale a 8.27 m^2 (que corresponde a un Jetta modelo 2018, siendo el de mayor área de los autos más vendidos en México) y los 45.9 m^2 de un Volvo 73000 (BRT).

Tabla 5. Reducción de CO_2 en BRT por kilómetro recorrido de acuerdo a la demanda diaria (usuarios que dejaron su automóvil)[XII]

Línea BRT	Demanda diaria	Usuarios que dejan su auto por usar BRT (17%)	Autos menos por usar un BRT (con una ocupación de 1.5 personas)	Emisiones de CO_2 si continuaran usando su auto (tn/km/ pasajeros)	Emisiones de CO_2 si continuaran usando su auto (tn/km/pasajeros)	Reducción de emisiones de CO_2 anual por cambio modal (tn/km/ pasajeros)
MB L1	480,000	81,600	54,400	21.30	1.00	5,094
MB L2	180,000	30,600	20,400	7.99	0.38	1,910
MB L3	155,000	26,350	17,567	6.88	0.32	1,645
MB L4	65,000	11,050	7,367	2.88	0.14	690
MB L5	70,000	11,900	7,933	3.11	0.15	743
MB L6	150,000	25,500	17,000	6.66	0.31	1,592
MB L7	130,000	22,100	14,733	5.77	0.31	1,370
Metrobús	1,230,000	209,100	139,400	54.58	2.61	13,043
MX L1	118,000	20,060	13,373	5.24	0.25	1,252
MX L2	86,600	14,722	9,815	3.84	0.18	919
MX L3	69,800	11,866	7,911	3.10	0.15	741
MX L4	120,000	20,400	13,600	5.32	0.25	1,273
Mexibús	394,400	67,048	44,699	17.50	0.82	4,185
Total	**1,624,400 en total**	**276,148 en total**	**184,099 en total**	**72.07 en total**	**3.43 en total**	**17,229 en total**

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a la demanda diaria de cada línea BRT dentro de la ZMVM, 2017.

Gráfica 1. Reducción de CO_2 y retiro de automóviles por el uso de BRT



Fuente: Elaboración propia de acuerdo a la demanda diaria de cada línea BRT dentro de la ZMVM.

[XII] Los valores de emisiones por el uso del automóvil particular y un BRT se obtienen a partir de los kilómetros recorridos para cada línea BRT evaluada como se indica en la Tabla 3 "Sistemas de transporte público evaluados en la ZMVM" en este documento.

4.3 Reducción de CO_2 en BRT por kilómetro recorrido de usuarios que anteriormente viajaban en servicios tipo microbús

Hasta ahora hemos visto la reducción de CO_2 por usuarios que dejaron su automóvil, sin embargo, de los usuarios que anteriormente viajaban en servicios tipo microbús y ahora lo hacen en BRT, la reducción es del 56% de las emisiones por cada kilómetro recorrido. De los usuarios directos de cada línea BRT, se reducen hasta 5,335 toneladas de CO_2, de los cuales, 4,028 toneladas de CO_2 corresponden a los BRT de la CDMX y 1,306 toneladas de CO_2 para los BRT del EDOMEX (Tabla 6).

Hay que señalar que, si las políticas públicas no apoyan obras y proyectos de movilidad integral y sustentable como los BRT, se corre el riesgo que los usuarios opten por utilizar un automóvil lo que se traduciría en 898,835 autos en circulación que estarían generando 234.5 tn de CO_2 por cada kilómetro recorrido.

Tabla 6. Reducción de CO_2 por usuarios que anteriormente viajaban en servicios tipo microbús (por kilómetro recorrido)[XIII]

Línea BRT	Demanda diaria	Usuarios directos de un BRT (83%)	Autos requeridos para satisfacer la demanda (con una ocupación de 1.5 personas)	Emisiones de CO_2 si el servicio fuera en microbús (tn/km/ pasajeros)	Emisiones de CO_2 por la existencia de BRT en estos corredores (tn/km/ pasajeros)	Emisiones reducidas de CO_2 por cambio en el modelo operativo (tn/km/ pasajeros)	Reducción de emisiones de CO_2 anual (tn/km/ pasajeros)
MB L1	480,000	398,400	265,600	11.23	4.90	6.33	1,590
MB L2	180,000	149,400	99,600	4.21	1.84	2.38	596
MB L3	155,000	128,650	85,767	3.63	1.58	2.05	513
MB L4	65,000	53,950	35,967	1.52	0.66	0.86	215
MB L5	70,000	58,100	38,733	1.64	0.71	0.92	232
MB L6	150,000	124,500	83,000	3.51	1.53	1.98	497
MB L7	130,000	107,900	71,933	3.04	1.51	1.53	385
Metrobús	1,230,000	1,020,900	680,600	28.79	12.74	16.05	4,028
MX L1	118,000	97,940	65,293	2.76	1.20	1.56	391
MX L2	86,600	71,878	47,919	2.03	0.88	1.14	287
MX L3	69,800	57,934	38,623	1.63	0.71	0.92	231
MX L4	120,000	99,600	66,400	2.81	1.23	1.58	397
Mexibús	394,400	327,352	218,235	9.23	4.03	5.20	1,306
Total	**1,624,400 en total**	**1,348,252 en total**	**898,835 en total**	**38.02 en total**	**16.77 en total**	**21.25 en total**	**5,335 en total**

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a la demanda diaria de cada línea BRT dentro de la ZMVM, 2017.

[XIII] Los valores de emisiones por el uso del automóvil particular y un BRT se obtienen a partir de los kilómetros recorridos para cada línea BRT evaluada como se indica en la Tabla 3 "Sistemas de transporte público evaluados en la ZMVM" en este documento.

5. RESULTADOS DE CORREDORES DE TRANSPORTE PÚBLICO CONCENSIONADO EN LA ZMVM

5.1 Ciudad de México

5.1.1 Reducción de CO_2 en corredores de transporte público de la CDMX por servicios en horas pico

La renovación de la flota de transporte público por un servicio profesionalizado en recorridos dentro de "horas pico" permite reducir 11,666 kg de CO_2 anuales (valor de la suma de un solo servicio de cada corredor). Además, la Tabla 7 muestra que si un usuario de transporte público decidiera utilizar un auto se generaría un aumento del 92%, ya que actualmente en conjunto los corredores generan 34,026 kg de CO_2 anuales por cada servicio en HMD y en auto particular se llega hasta 422,894 kg de CO_2 al año.

Cabe señalar que de los 9 corredores evaluados la ocupación promedio por servicio completo corresponde a 52 usuarios en "horas pico" y permite la opción de retirar 311 automóviles.

Un autobús nuevo sustituye microbuses con más de 20 años y altamente contaminantes.

Tabla 7. Reducción de CO_2 en corredor empresarial de la Ciudad de México en horas de máxima demanda[XIV]

Corredor empresarial	Estancia de usuarios promedio en un servicio completo	Autos menos en HMD por viaje al utilizar transporte público (con una ocupación de 1.5 personas)	Emisiones de CO_2 anual por el servicio en este corredor (kg/pasajeros por viaje completo)	Emisiones de CO_2 anual si el servicio fuera tipo microbuses (kg/pasajeros por viaje completo)	Emisiones de CO_2 anual si los usuarios optaran por usar auto (kg/pasajeros por viaje completo)	Reducción de emisiones de CO_2 anual por viajar en servicio profesionalizado de transporte público[XV] (kg/pasajeros por viaje completo)
ESASA	38	25	2,651	3,560	32,950	909
CEUSA	47	31	4,132	5,548	51,350	1,417
SAUSA	31	20	2,830	3,801	35,175	970
COPATTSA	68	45	6,289	8,446	78,167	2,156
COTOBUSA	74	49	3,159	4,243	39,267	1,083
ACASA	40	27	3,602	4,837	44,768	1,235
ATROLSA	54	36	3,131	4,204	38,914	1,073
AUISA	62	41	3,592	4,823	44,638	1,231
COVITENI	53	35	4,640	6,231	57,667	1,591
Resultado	**52 en promedio**	**311 en total**	**34,026 en total**	**45,692 en total**	**422,894 en total**	**11,666 en total**

Fuente: Elaboración propia con datos recabados en campo en días hábiles y en horas de máxima demanda, 2017.

[XIV] Los valores de emisiones por el uso de midibuses en los corredores conformados como empresas, de los microbuses y del automóvil particular se obtienen a partir de los kilómetros recorridos para cada corredor empresarial evaluada como se indica en la Tabla 3 "Sistemas de transporte público evaluados en la ZMVM" en este documento.

[XV] La reducción de emisiones expresada en esta columna corresponde al resultado de la diferencia entre la emisión generada en los corredores empresariales y la que pudieran generar los microbuses.

5.1.2 Reducción de CO_2 en corredores de transporte público de la CDMX de acuerdo a la demanda diaria

De acuerdo a la demanda diaria de los corredores evaluados, la reducción anual de CO_2 corresponde a 1,126,090 kg de CO_2 por kilómetro recorrido derivado de la sustitución del modelo hombre-camión por un esquema empresarial (Tabla 8). Además, si la demanda actual -que genera anualmente 3,284,429 kg de CO_2 por kilómetro recorrido- quisiera usar su automóvil para satisfacer su necesidad de viaje se podría llegar a un aumento de 40,820,756 kg de CO_2 anuales.

Considerando la demanda de los 9 corredores y sabiendo que el factor de ocupación en la ZMVM de un automóvil particular corresponde a 1.5 personas por vehículo, se estimó la cantidad de autos que se necesitarían para transportar a la misma cantidad de personas. De 607 autobuses, se necesitarían 415,409 automóviles sobre las vialidades, lo que representa un aumento en la ocupación vial de 3,435,951m^2, es decir, un arrebato vial del 99.6% de acuerdo a lo que requieren las unidades de transporte público que atienden día a día la demanda (Tabla 9).

Tabla 8. Reducción de emisiones en corredor empresarial de la Ciudad de México por kilómetro recorrido de acuerdo a la demanda diaria

Corredor empresarial	Demanda diaria	Emisiones de CO_2 anual por viajar en este corredor (kg/km/pasajeros)	Emisiones de CO_2 anual con la presencia de microbuses (kg/km/pasajeros)	Emisiones de CO_2 anual si cada usuario viajara en automóvil (kg/km/pasajeros)	Reducción de emisiones de CO_2 anual por viajar en servicio profesionalizado de transporte público[XVI] (kg/km/pasajeros)
ESASA	39,715	209,338	281,111	2,601,769	71,773
CEUSA	103,100	543,440	729,762	6,754,184	186,322
SAUSA	65,800	346,832	465,746	4,310,624	118,914
COPATTSA	87,016	458,661	615,917	5,700,505	157,255
COTOBUSA	56,958	300,226	403,160	3,731,376	102,934
ACASA	135,000	711,585	955,557	8,843,985	243,972
ATROLSA	76,625	403,890	542,367	5,019,780	138,477
AUISA	18,899	99,617	133,771	1,238,092	34,154
COVITENI	40,000	210,840	283,128	2,620,440	72,288
Total	**623,113 en total**	**3,284,429 en total**	**4,410,518 en total**	**40,820,756 en total**	**1,126,090 en total**

Fuente: Elaboración propia con datos recabados en campo en días hábiles y en horas de máxima demanda, 2017.

[XVI] La reducción de emisiones expresada en esta columna corresponde al resultado de la diferencia entre la emisión generada en los corredores empresariales y la que pudieran generar sobre estos corredores los microbuses.

Tabla 9. Ocupación vial corredor empresarial vs. automóvil particular en horarios de máxima demanda[XVII]

Corredor empresarial	Autos requeridos para satisfacer la demanda de este corredor	Autobuses de transporte público utilizados para satisfacer la demanda en el corredor	Escenario en el que los vehículos se instalarán en una vialidad al mismo tiempo		
			Ocupación vial por los autos requeridos (m^2)	Ocupación vial por los autobuses de transporte público requerido (m^2)	Aumento porcentual por mover la demanda de las empresas de transporte público en auto (%)
ESASA	26,477	55	218,995	1,405	99.4
CEUSA	68,733	80	568,511	2,036	99.6
SAUSA	43,867	69	362,832	1,616	99.6
COPATTSA	58,011	86	479,821	2,256	99.5
COTOBUSA	37,972	58	314,076	1,522	99.5
ACASA	90,000	90	744,413	2,291	99.7
ATROLSA	51,083	85	422,523	1,991	99.5
AUISA	12,599	36	104,212	843	99.2
COVITENI	26,667	48	220,567	1,222	99.4
Total	**415,409 en total**	**607 en total**	**3,435,951 en total**	**15,182 en total**	**99.6%**

Fuente: Elaboración propia con datos recabados en campo en días hábiles y en horas de máxima demanda, 2017.

5.2 Estado de México

5.2.1 Reducción de CO_2 en corredores de transporte público con modelo hombre-camión en el Estado de México por servicios en horas pico

Ante la ausencia de corredores de transporte público con un esquema empresarial en los municipios metropolitanos del Estado de México, se identificaron cuatro corredores que por su relevancia y conectividad en la ZMVM permitirían reducir significativamente la generación de CO_2. Cabe mencionar que previamente los corredores evaluados se han considerado como posibles líneas de metro, suburbano o BRT.[XVIII]

Los resultados indican que del conjunto de corredores evaluados y la suma de estos por un servicio en horas pico y en términos anuales, se lograría una reducción de 9,492 kg de CO_2 si se cambiara a un esquema empresarial, 20,962 kg de CO_2 si se optara por un sistema como el Mexibús (Tabla 10). De no llevarse a cabo ningún cambio como es la renovación de la flota actual por unidades de mayor capacidad y con tecnologías más limpias, se continuarán generado anualmente 37,178 kg de CO_2 por la presencia de microbuses y vagonetas operando en los municipios del EDOMEX.

[XVII] Se consideró un área general para los automóviles de 8.27 m^2 (que corresponde a un Jetta modelo 2018 siendo el de mayor área de los autos más vendidos en México). En cuanto a el área de los autobuses varía de acuerdo al modelo:26.23 m^2 Linner G, 25.54 m^2 Runner 10, 25.45 m^2Torino OH y 2 23.42 m^2 Boxer.

[XVIII] La selección de corredores para el Estado de México corresponde al análisis del estudio “Transporte Público Masivo en la Zona Metropolitana del Valle de México - Proyecciones de demanda y soluciones al 2024” de ITDP, 2014. Así como recorridos en campo para constatar la situación actual y ver su viabilidad de acuerdo al objetivo de este documento.

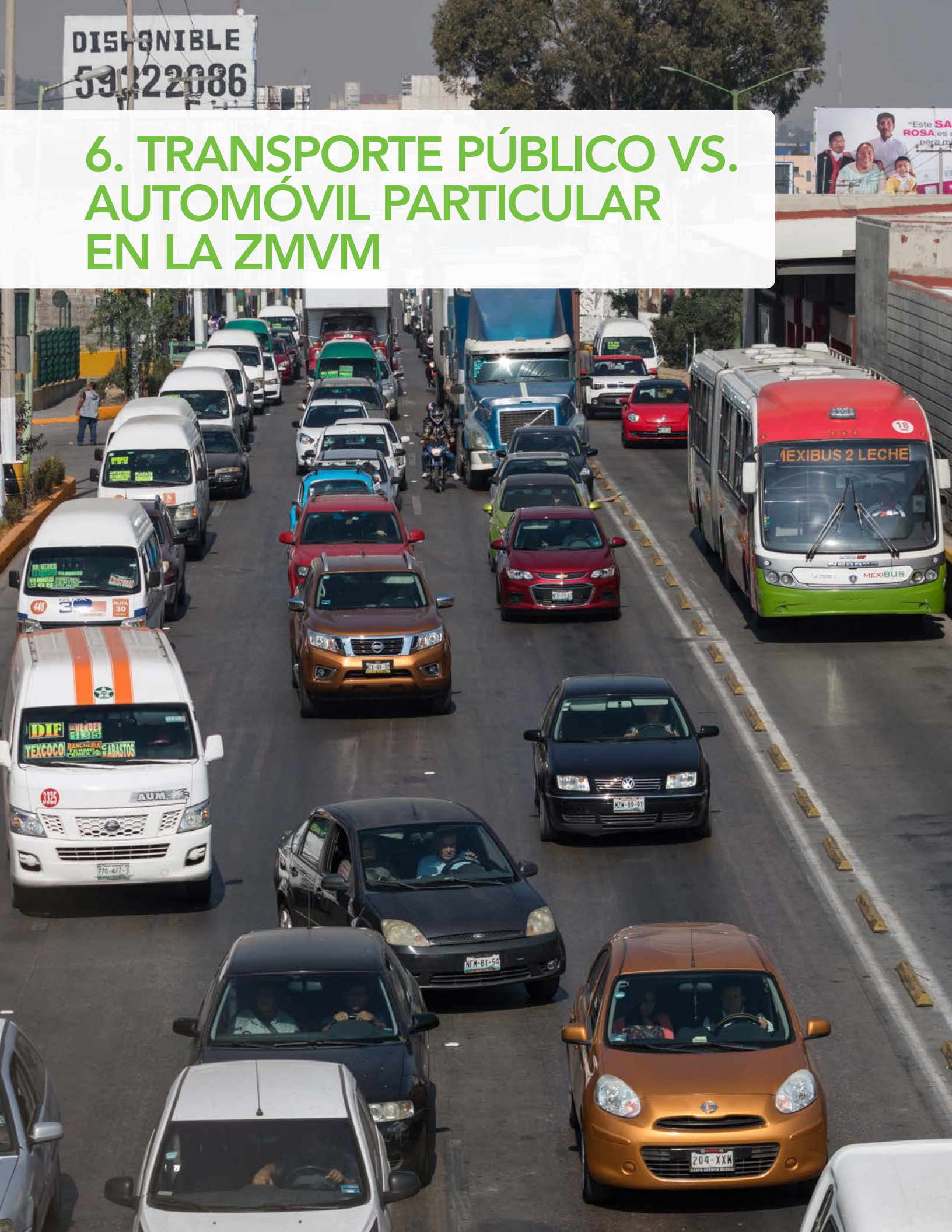
Tabla 10. Reducción de CO_2 en corredores en el Estado de México[XIX]

Corredor evaluado	Ocupación de usuarios promedio en un viaje completo	Emisiones de CO_2 anual estimadas bajo la operación actual (kg/pasajeros por viaje completo)	Emisiones de CO_2 anual en un modelo empresarial (kg/pasajeros por viaje completo)	Emisiones de CO_2 anual en un BRT (kg/pasajeros por viaje completo)	Reducción de emisiones de CO_2 anual por viajar en servicio con modelo empresarial (kg/pasajeros por viaje completo)	Reducción de emisiones de CO_2 anual por viajar en servicio BRT[XX] (kg/pasajeros por viaje completo)
Huixquilucan - Cuatro Caminos	55	7,124	5,305	3,107	1,819	4,017
Cuatro Caminos - Lechería		7,475	5,566	3,260	1,908	4,214
Tepexpan - Martín Carrera		10,900	8,117	4,754	2,783	6,146
Pantitlán - Chalco		11,679	8,697	5,094	2,982	6,585
Totales		**37,178 en total**	**27,686 en total**	**16,216 en total**	**9,492 en total**	**20,962 en total**

Fuente: Elaboración propia con datos de operación de los corredores, 2017.

[XIX] Los valores de emisiones para cada modalidad se obtienen a partir de los kilómetros recorridos de acuerdo a la Tabla 3 "Sistemas de transporte público evaluados tipo TPC en la ZMVM" presente dentro de este documento.
[XX] La reducción de emisiones expresada en esta columna corresponde al resultado de la diferencia entre la emisión estimada bajo la operación actual y la que pudieran generar sobre estos corredores un servicio BRT.

6. TRANSPORTE PÚBLICO VS. AUTOMÓVIL PARTICULAR EN LA ZMVM



6.1 El caso en la Ciudad de México

La Tabla 11 da muestra del impacto nocivo por el uso del automóvil en un kilómetro recorrido, por ejemplo en un lapso de una hora por cada autobús de transporte público circulan hasta 248 automóviles en las vialidades de la Ciudad de México.

Tabla 11. Diferencia en un kilómetro recorrido entre transporte público concesionado y automóvil particular en la Ciudad de México

Corredor	Modalidad	Número de vehículos en una hora	Espacio vial requerido (m^2)	Usuarios en los vehículos	Emisiones por kilómetro recorrido de acuerdo a la ocupación del vehículo (kg de CO_2)
ESASA (Aragón – Ceylán)	Transporte público	20 autobuses	510.91	1,280	26.88
	Automóvil particular	1,247 autos	10,314.26	1,871	488.20
CEUSA (Peñón – Panteón)	Transporte público	39 autobuses	992.55	3,900	81.90
	Automóvil particular	2,997 autos	24,788.95	4,496	1,173.33
SAUSA (Tacubaya-Valenciana)	Transporte público	13 autobuses	304.53	780	16.38
	Automóvil particular	2,456 autos	20,314	3,684	961.52
COPATTSA (Pantitlán – Toreo)	Transporte público	28 autobuses	734.57	2,240	47.04
	Automóvil particular	1,721 autos	14,234.83	2,582	673.77
COTOBUSA (Lomas – San Cosme)	Transporte público	16 autobuses	419.76	1,280	26.88
	Automóvil particular	2,958 autos	24,466.38	4,437	1,158.06
ACASA (Aragón - Chapultepec)	Transporte público	20 autobuses	509	2,000	42
	Automóvil particular	1,301 autos	10,760.9	1,952	509.34
ATROLSA (Chapultepec – Lomas)	Transporte público	33 autobuses	773.03	2,640	55.44
	Automóvil particular	1,272 autos	10,521.04	1,908	497.99
AUISA (San Antonio Abad – Tepalcates)	Transporte público	8 autobuses	187.4	640	13.44
	Automóvil particular	936 autos	7,741.9	1,404	366.44
COVITENI (Martín Carrera – C. Virgen)	Transporte público	9 autobuses	229.05	900	18.90
	Automóvil particular	2,231 autos	18,453.17	3,347	873.44
Cero Emisiones	Transporte público	22 autobuses	683.76	2,200	0
	Automóvil particular	2,896 autos	23,956.56	4,344	1,133.78

Fuente: Elaboración propia con datos de operación de los corredores, 2017.

A pesar de que el corredor “Cero Emisiones” no corresponde a un modelo empresarial de transporte concesionado en la CDMX, se incluye en el estudio para evidenciar sus beneficios. Se encontró que sobre el corredor estudiado “Eje Central” en horas pico circulan 22 trolebuses por hora sin generar emisiones dando un servicio para 1,848 hasta 2,200 pasajeros.[XXI] En contraste sobre el mismo periodo y vialidad transitan 2,896 automóviles, lo que representa la emisión de 504 kg de CO_2 por cada kilómetro recorrido en viajes con 1.5 personas[XXII] o hasta 756 kg de CO_2 para viajes con una sola persona.[XXIII]

Paradójicamente, una tecnología que podría coadyuvar en la reducción de la congestión y los elevados índices de contaminación atmosférica en la Ciudad de México y su Área Metropolitana, se ha enfrentado a la indiferencia de las autoridades por preservar, modernizar o incrementar su cobertura de servicio. La vida útil de un Trolebús es de 2 a 3 veces mayor en comparación con la de un autobús diésel, incluso superior con un correcto mantenimiento, con la misma cantidad de energía, un Trolebús podría recorrer una distancia 3 veces mayor que un autobús diésel.[12]

[XXI] En HMD los trolebuses mantienen en promedio 84 pasajeros en un viaje de terminal a terminal, los 84 pasajero por 22 trolebuses da como resultado 1,848 pasajeros. En tanto si los trolebuses fueran en su máxima capacidad de 100 pasajeros el resultado seria 2,200 pasajeros.
[XXII] El valor redondeado corresponde a: 2,896 automóviles entre 1.5 personas por 261 g de CO_2/1000 igual a 503.904 kg de CO_2.
[XXIII] El valor redondeado corresponde a: 2,896 automóviles por 261 g de CO_2/1000 igual a 755.85 kg de CO_2.

6.2 El caso en los municipios metropolitanos del Estado de México

En lo que se refiere a corredores del Estado de México se hizo un ejercicio similar sobre corredores de BRT ante la ausencia de sistemas de transporte público concesionado. Los resultados evidencían que los BRT a pesar de mover a más personas tan solo emiten del 6% al 12% de CO_2 en comparación con la cantidad de emisiones generada por automóviles particulares. (Tabla 12).

Los habitantes de la ZMVM realizan 34.56 millones de viajes en un día entre semana de los cuales apenas el 19% se efectúa en automóvil particular, mientras que el 44.78% se lleva a cabo en transporte público. Sin embargo, se sigue dando preferencia a la infraestructura para el automóvil con el 53% de los fondos de inversión federal.

Tabla 12. BRT vs. automóvil particular en el Estado de México

Corredor	Modalidad	Número de vehículos en una hora	Espacio vial requerido (m^2)	Usuarios en los vehículos	Emisiones por kilómetro recorrido de acuerdo a la ocupación del vehículo (kg de CO_2)
Mexibús Línea 1	Transporte público	97 autobuses	4,452.3	15,520	191
	Automóvil particular	7,280 autos	60,214.74	10,920	2,850
Mexibús Línea 2	Transporte público	47 autobuses	2,157.3	7,520	92
	Automóvil particular	4,186 autos	34,623.48	6,279	1639
Mexibús Línea 3	Transporte público	52 autobuses	2,386.8	8,320	102
	Automóvil particular	2,119 autos	17,526.79	3,179	830

Fuente: Elaboración propia con datos de un kilómetro recorrido y una medición en campo de dos horas en HDM, 2017.

CONCLUSIONES

La Zona Metropolitana del Valle de México debe adoptar acciones a corto y mediano plazo para reducir los gases de efecto invernadero generados por el sector autotransporte. Una de ellas mediante la conformación de empresas de transporte público y la puesta en marcha de más líneas BRT, con el fin de dejar atrás el esquema hombre camión, caracterizado por contar con un servicio no profesionalizado y contar con vehículos altamente contaminantes. La ejecución de ambas permite la renovación de la flota vehicular con un consumo energético más amigable con el medio ambiente y frena la dependencia al automóvil particular.

Las 11 líneas de BRT dentro de la ZMVM pueden reducir 240,000 toneladas de gases de efecto invernadero anualmente,[XXIV] en tanto la conformación de empresas de transporte público permiten retirar de las vialidades microbuses y vagonetas con más de 20 años, con tecnologías obsoletas y altamente contaminantes, es decir, se logra la entrada de unidades de transporte público más amigables con el medio ambiente y con menor generación de dióxido de carbono.

La reducción de emisiones de CO_2 es evidente en estos servicios de transporte público, ya que, por cada kilómetro recorrido, una persona emite 12.3 g de CO_2 en un BRT y 21 g de CO_2 en un corredor con esquema empresarial versus los 261 g de CO_2 si viajara en un automóvil.

Sin embargo, aun predominan los viajes en automóvil particular en la ZMVM. Como resultado, se sufre cada vez más por la congestión vehicular, contaminación y dependencia de combustibles fósiles que aceleran los efectos negativos del cambio climático. Bajo este escenario, mucho tiene que ver la asignación de fondos de inversión federales, la cual sigue beneficiando a la infraestructura para el uso del automóvil con el 53% del monto otorgado de acuerdo al último reporte que se tiene en 2017 con datos del 2015.

Por ello resulta relevante evidenciar la reducción de emisiones en BRT's como Metrobús/Mexibús y TPC (corredores con esquema empresarial) y su capacidad de quitar de las vialidades automóviles con alta generación de CO_2 como se ha hecho en este documento con lo que queda demostrado que este tipo de transporte puede beneficiar al medio ambiente.

Por lo anterior, las autoridades en todos los niveles de gobierno en la ZMVM deben priorizar en la inversión de estos sistemas de transporte público de alta capacidad, profesionalizado e integrado. Continuar con una política orientada en lograr que los usuarios modifiquen sus modos de transporte, prefiriendo los no motorizados y el transporte público. De llevarse a cabo esto no solo se mejorará la movilidad, sino también se logrará reducir la emisión de gases de efecto invernadero y con ello enfrentar los efectos adversos del cambio climático.

[XXIV] Estimación por Víctor Alvarado, Coordinador de movilidad y cambio climático en El Poder del Consumidor. Considerando 164,000 toneladas de CO_2 dato oficial de Metrobús más la estimación de acuerdo a la demanda de las líneas en operación y tecnología análoga de Mexibús con respecto a Metrobús.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales y el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, Primer Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, 2015, p. 78.

[2] Secretaría del Medio Ambiente, Inventario de Emisiones de la CDMX-2014, 2016, p. 63.

[3] Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Resultados Encuesta Origen-Destino 2017 en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México, 2018. Dato recuperado en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/promo/resultados_eod_2017.pdf

[4] CTSEMBARQ-México, Proyecto de Transformación de Transporte Público Concesionado, 2015. Dato recuperado en: http://www.theicct.org/sites/default/files/PresentacionSEDEMASITP_CTS%20EMBARQ.pdf

[5] Dato recuperdo en: https://twitter.com/Ar7ois/status/980886539441004546

[6] Secretaría de Movilidad del Estado de México, Solicitud de Información Pública con Folio 00084/SESESP/IP/2017, 2017.

[7] Secretaría del Medio Ambiente, Inventario de Emisiones de la CDMX-2014, 2016, p, 24.

[8] Metrobús, Movilidad sustentable, 2016, p. 30. Dato recuperado en: http://www.pincc.unam.mx/6tocongreso/documentos/ponencias/PONRNCIAS/auditorios/Auditorio_Juridicas/Martes/9.pdf

[9] Sistema de Transporte Colectivo, PROGRAMA INSTITUCIONAL DEL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO 2007-2012, p. 17. Documento recuperado en: http://metro.cdmx.gob.mx/storage/app/media/transparencia/fr7/a/pistc07_12.pdf

[10] Ciudad de México-INEGI-Gobierno del Estado de México, Encuesta 2007 Origen-Destino, 2007, p.47. Dato recuperado en: http://bicitekas.org/wp/wp-content/uploads/2013/07/2007_Encuesta_Origen_Destino_INEGI.pdf

[11] Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México, Encuesta Origen-Destino 2007 Principales resultados, p. 14-15. Dato recupero en: http://igecem.edomex.gob.mx/sites/igecem.edomex.gob.mx/files/files/ArchivosPDF/Productos-Estadisticos/Indole-Demografica/ENCUESTA-METROPOLITANA/EOD2007.pdf

[12] M. en I. Francisco G. Alvarado Arias, El Trolebús, una alternativa de transporte público que genera ciudades sustentables, 2016. Presentación rescatada en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/173808/M_en_I_Francisco_G_Alvarado_Arias___UACM_-_El_Troleb_s__una_alternativa_de_transporte_p_blico_que_genera_ciudades_sustentables.pdf

EL PODER DEL CONSUMIDOR

El Poder del Consumidor es una asociación civil sin fines de lucro que trabaja en la defensa de tus derechos como consumidor.

Nuestra campaña de Transporte Eficiente y Calidad del Aire promueve prácticas de movilidad urbana que garantizan los mayores beneficios para las y los usuarios de transporte y la mejora en la calidad de la vida de toda la ciudadanía.

EL PODER DEL CONSUMIDOR

www.elpoderdelconsumidor.org